

# KEBUTUHAN PANGAN, KETERSEDIAAN LAHAN PERTANIAN DAN POTENSI TANAMAN



Pidato Pengukuhan  
Guru Besar Ekologi Tanaman  
Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret

Disampaikan dalam Sidang Senat Terbuka  
Universitas Sebelas Maret  
Pada Tanggal 24 Nopember 2007

Oleh:  
**Prof. Dr. Ir. Djoko Purnomo, M.P.**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2007**

Yang terhormat,  
Rektor/Ketua Senat, Sekretaris Senat dan Para Anggota Senat  
Universitas SebelasMaret,  
Para Pimpinan Daerah dan Pejabat Militer,  
Para Guru Besar Tamu Undangan,  
Para Dekan/Pimpinan Fakultas, Direktur Pasca Sarjana, Ketua  
Lembaga, UPT, Bagian serta Program Studi,  
Para Dosen, Pejabat dan Staf Administrasi di lingkungan UNS,  
Tamu undangan, Teman Sejawat, Sanak Keluarga,  
Serta handai taulan semua.

Puji syukur kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan berkah sehingga kita dapat berkumpul bersilaturahmi dalam sidang yang terhormat ini. Pada kesempatan ini saya menyampaikan pidato pengukuhan jabatan fungsional Guru Besar bidang Ekologi Tanaman pada Fakultas Pertanian UNS, Surakarta, dengan judul:

### **KEBUTUHAN PANGAN, KETERSEDIAAN LAHAN PERTANIAN DAN POTENSI TANAMAN**

Hadirin yang terhormat,

Hadiah Nobel telah diterima oleh beberapa pakar kimia, namun belum ada pakar yang dapat meniru tanaman mengubah CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (bahan yang relatif sederhana dan banyak tersedia) menjadi karbohidrat menggunakan energi cahaya matahari. Dengan demikian tanaman sebagai pabrik karbohidrat tidak dapat tergantikan sehingga terus diperlukan khususnya sebagai sumber pangan bagi manusia. Ini mengisyaratkan bahwa ketersediaan pangan harus sesuai dengan kebutuhan yang secara langsung terkait

dengan jumlah penduduk. Penduduk Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, pada tahun 2000 telah mencapai 206 juta jiwa (sensus) dengan laju pertumbuhan 1,25% per tahun. Tahun 2006 jumlah penduduk telah mencapai 222 juta jiwa dan saat ini berdasar estimasi telah mencapai hampir 235 juta jiwa. Oleh karena itu kebutuhan pangan juga meningkat, sebagai salah satu contoh adalah peningkatan kebutuhan beras. Kebutuhan beras tahun 2001, 2002, 2003, dan tahun 2004 masing-masing sebesar 32.771.246, 33.073.152, 33.372.463, dan 33.669.384 ton (BPS, 2007). Dengan demikian dapat diduga bahwa kebutuhan beras akan terus meningkat dan akan melampaui ketersediaannya. Ini berakibat pada peningkatan impor beras yang setiap tahun berkisar 2,5 juta ton. Hal yang sama juga terjadi pada jagung dan dengan peningkatan impor dari 1,28 juta ton (tahun 2000), menjadi 1,39 juta ton (tahun 2003), dan naik menjadi 2,73 juta ton di tahun 2004 (Departemen Pertanian, 2007).

Uraian di atas merupakan tantangan bagi dunia pertanian pada saat ini maupun masa mendatang. Guna memenuhi kebutuhan pangan yang selalu meningkat dan agar ketergantungan pada impor komoditas pangan menurun atau bila mungkin dihentikan, dilakukan upaya: (i) peningkatan potensi produksi tanaman baik secara intrinsik maupun ekstrinsik (ii) perluasan lahan pertanian atau luas panen melalui peningkatan intensitas pertanaman (iii) pencegahan kehilangan hasil pra panen dan pascapanen, dan (iv) ketergantungan pangan pada satu komoditas harus dihindari dengan memasyarakatkan penganeekaragaman pangan.

Hadirin yang terhormat

Upaya mengeliminasi ketergantungan pada impor dengan peningkatan potensi produksi pangan mengalami beberapa kendala. Peningkatan potensi tanaman secara intrinsik yang termanifestasikan

dalam produktivitas komoditas, terasa sangat sulit dicapai meskipun terbuka peluang untuk hal itu. Beberapa komoditas tanaman pangan utama telah mencapai batas yang tak dapat ditingkatkan lagi (*levelling off*), dan tampak pada produktivitas tanaman Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), Kedelai (*Glycine soya*), dan Kacangtanah (*Arachis hypogaea*). Komoditas tersebut dalam lima tahun terakhir cenderung konstan (rerata nasional masing-masing berkisar antara 4,6 – 4,7, 2,8 – 3,3, 1,2 – 1,3, dan 1,1 – 1,2 ton ha<sup>-1</sup>). Ini tidak terlepas dari faktor ekstrinsik sehubungan dengan perubahan lingkungan seperti ketersediaan air, ketersediaan pupuk karena pengurangan subsidi (padahal kemampuan petani rendah), dan budidaya tanaman secara organik yang makin memasyarakat. Budidaya tanaman organik memang meningkatkan mutu produksi tanaman namun jumlah produksi, secara teoritis lebih rendah daripada produksi tanaman yang menggunakan sumberdaya anorganik.

Tanaman memerlukan media tumbuh yang berupa hamparan tanah atau lahan. Lahan pertanaman atau lahan pertanian pada dasawarsa terakhir ini, telah banyak beralih fungsi menjadi peruntukan lain di luar pertanian. Luas sawah terus menyusut, di Jawa selama periode 1981- 1999 luas sawah berkurang sebesar 483.831 ha. Hal itu menjadi salah satu penyebab luas panen yang tumbuh negatif untuk Padi, Jagung, Kedelai dan Kacangtanah pada tahun 2000 – 2003, sebesar 1,59, 4,95, 1,16, dan 2,34 (Departemen Pertanian, 2004). Meskipun peningkatan produktivitas masih terbuka, namun peluang perluasan areal pada lahan pertanian konvensional, dapat dikatakan telah tertutup, sehubungan dengan kecepatan laju konversi lahan pertanian menjadi peruntukan lain.

Hadirin yang terhormat

Bagaimana mengatasi kendala tersebut, dan apa yang harus dilakukan.

Peningkatan potensi produksi tanaman melalui rekayasa genetika baik secara konvensional maupun secara inkonvensional merupakan tantangan bagi pemulia tanaman. Penciptaan varietas unggul spesifik lokasi sangat diharapkan karena setiap lokasi memiliki ciri lingkungan khas, disamping untuk menghindari penyempitan diversitas hayati. Lahan dengan tingkat kesuburan rendah, lahan kering, atau sebaliknya lahan tergenang merupakan lahan marginal yang terpaksa digunakan sebagai lahan pertanian di masa datang. Varietas yang adaptif terhadap kondisi tersebut perlu dipersiapkan sejak saat ini.

Upaya peningkatan potensi produksi tanaman secara ekstrinsik selama ini melalui pengairan, pemupukan, pengendalian pengganggu, dan pengolahan tanah merupakan hal yang tidak perlu diperdebatkan lagi. Namun demikian ketersediaan sumberdaya tersebut di masa depan terasa semakin mencemaskan. Perubahan iklim dan kerusakan lingkungan khususnya hutan berpotensi mengakibatkan kelangkaan air. Penggunaan pupuk senyawa anorganik yang sebagian besar menggunakan bahan dasar dari bahan bakar fosil dirasa semakin mahal. Sebagai bahan perbandingan, bahwa negara Afrika jarang sekali menggunakan pupuk dari bahan bakar fosil, dan bahkan dapat dikatakan tidak pernah. Demikian pula dengan penggunaan pestisida. Kesadaran terhadap pemeliharaan kesehatan jasmani dan perbaikan lingkungan, dengan meningkatkan penggunaan bahan organik sebagai pupuk dan pestisida, merupakan hal yang menggembirakan. Penggunaan bahan organik selain meningkatkan mutu hasil tanaman sekaligus dapat mengatasi pencemaran akibat penimbunan limbah rumah tangga terutama di perkotaan. Penggunaan bahan organik memang menjanjikan dari segi kualitas

sehingga bernilai ekonomi tinggi yang berdampak pada peningkatan pendapatan petani. Namun demikian, perlu pula diperhatikan dampak limbah organik berbahaya dan beracun terhadap produk tanaman (Hairiah, 2003).

Faktor ekstrinsik berikutnya adalah cahaya yang berperan besar dalam menentukan produksi tanaman. Cahaya hampir sepenuhnya tergantung pada kondisi alam sehingga tidak dapat secara bebas petani melakukan rekayasa (Sitompul dan Guritno, 1995). Bila cahaya berlebih (hal yang sangat jarang terjadi pada tanaman pangan di Indonesia) kemungkinan masih dapat dikurangi dengan menggunakan naungan, namun bila kurang hampir sangat sulit untuk meningkatkannya, terutama untuk budidaya tanaman dalam skala luas. Produksi tanaman mencapai maksimum pada cahaya maksimum, dengan catatan bila tidak dibatasi oleh ketersediaan faktor lain terutama air. Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia ketersediaan air masih tergantung pada air hujan yang tampak pada penentuan masa tanam di suatu wilayah. **Seharusnya penentuan masa tanam pada suatu wilayah dilakukan dengan mengkombinasikan curah hujan dan irradiasi maksimum** (bukan curah hujan semata).

Ibu dan bapak yang saya hormati

Sehubungan dengan laju alih fungsi lahan pertanian yang semakin cepat dari tahun ke tahun seperti telah saya sampaikan di atas, perluasan lahan pertanian untuk meningkatkan produksi tanaman hanya dapat dilakukan pada lahan marginal seperti lahan kering, lahan gambut, lahan pasangsurut, lahan bermasalah lain, dan di kawasan hutan. Penggunaan lahan tersebut sebagai lahan pertanian memerlukan kajian untuk memperoleh teknologi yang tepat dan mudah diterapkan. Bila ahli bangsa Israel dan China terutama ahli tanah mampu mengubah padang pasir menjadi lahan

pertanian bagaimana dengan ahli Indonesia. Apakah permasalahan di lahan marginal Indonesia lebih kompleks dari padang pasir. Karena saya bukan ahli tanah saya tidak dapat menjawab hal itu. Kawasan hutan telah sejak lama dipergunakan oleh penduduk sekitar hutan untuk memenuhi kebutuhan pangan selain kayu untuk bangunan dan kayu bakar. Berdasarkan pengalaman tersebut kawasan hutan dapat dipergunakan sebagai lahan produksi pertanian sehingga fungsi hutan juga sebagai fungsi pertanian atau agronomi. Berbagai kegiatan pertanian seperti budidaya tanaman, perikanan, peternakan, telah dilakukan di kawasan hutan, dan sistem pertanian tersebut kemudian dikenal sebagai **sistem agroforestri**. Sistem agroforestri merupakan perkembangan ilmu pertanian dan kehutanan yang relatif baru sehingga masih terus dikembangkan sesuai dengan kondisi hutan dan masyarakat sekitarnya.

Agroforestri (Wanatani) secara harfiah merupakan kombinasi antara pertanian dan kehutanan berawal dari tema *multiple use of forest land* (hutan serbaguna) yang teretus dalam *World Forestry Congress* pada tahun 1960 di Seattle, Amerika Serikat (Wiradinata, 1981). Semenjak itu hutan yang semula hanya berfungsi sebagai penghasil kayu terutama untuk bahan bangunan berkembang menjadi penghasil kayu untuk keperluan selain bangunan, pemeliharaan dan pengatur tata air, perlindungan satwa, penghasil pangan dan pakan ternak serta sebagai tempat rekreasi. Bagi negara yang berpenduduk padat dengan laju pertumbuhan cukup besar, sistem agroforestri menjadi pilihan dalam mencukupi kebutuhan pangan.

Berbagai tipe agroforestri yang jumlahnya puluhan bahkan mungkin ratusan atau lebih, dapat dikelompokkan berdasarkan berbagai segi atau sudut pandang. Berdasarkan pembentukan dan perkembangan (motivasi) terdapat agroforestri sistem tradisional yang terbentuk secara tradisional, dikembangkan dan diuji sendiri oleh petani. Sebaliknya agroforestri sistem modern berkembang

atas dasar hasil penelitian (Hairiah, 2001). Berdasarkan konsep yang berbeda (de Foresta dan Michon, 2000; Michon dan de Foresta, 2000) atau interaksi dan keanekaragaman komponen sistem (van Noordwijk and Swift, 1999) terdapat sistem agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks.

**Sistem agroforestri sederhana** adalah perpaduan konvensional, terdiri atas sejumlah kecil unsur, dan menggambarkan skema agroforestri klasik. Perpaduan hanya terdiri atas satu unsur pohon yang berperan ekonomi penting (Kelapa, Karet, Cengkeh, Jati) atau berperan ekologi (Dadap dan atau Petai Cina) dengan sebuah unsur tanaman semusim (Padi, Jagung, sayur-mayur, rerumputan) atau jenis tanaman lain seperti Kopi, Pisang, Kakao yang juga memiliki nilai ekonomi.

**Sistem agroforestri kompleks** adalah sistem yang terdiri atas sejumlah besar pepohonan, perdu, tanaman semusim dan atau rumput. Penampakan fisik dan dinamika di dalamnya mirip dengan ekosistem hutan alam primer maupun sekunder. Sistem ini bukan berasal dari hutan yang ditata secara lambat laun melalui transformasi sistem alami, melainkan (pohon yang ditanam) melalui proses perladangan. Kebun *agroforest* dibangun pada lahan yang telah dibersihkan (pohon dan semak telah dibabat) kemudian ditanami dengan berbagai pohon (diperkaya).

Sistem agroforestri sederhana dan kompleks dapat dihubungkan dengan kebutuhan cahaya tanaman semusim. Tanaman pada sistem agroforestri sederhana pada umumnya merupakan tanaman suka cahaya (*sun loving*) sehingga memerlukan pengaturan jarak pohon sedemikian rupa, dan sistem agroforestri disebut sistem agroforestri cahaya (*sun agroforestry system*). Sebaliknya bila tanaman sela merupakan tanaman teduh atau tanaman bayangan (*shade loving*) sehingga tidak memerlukan pengaturan jarak tanam pohon, sistem semacam itu disebut sistem agroforestri teduh atau bayangan (*shade agroforestry system*) (Anonim, 2003). Diversifi-

kasi penggunaan lahan sesuai lingkungan setempat melalui penanaman pohon secara tumpangsari dengan tanaman semusim pada suatu tempat dan waktu yang bersamaan maupun bergiliran (sistem bera) merupakan pola dasar sistem agroforestri (Hairiah *et al.*, 2000).

Budidaya komoditas pertanian diantara pohon menciptakan berbagai struktur sistem agroforestri sehingga terdapat bermacam bentuk antara lain (a) agrisilvikultur, (b) silvopastur, (c) silvofisheri, (d) hutan serbaguna (Satjapradja, 1981)., dan (e) (*Farm forestry*) kebun campuran (Sitompul, 2003) atau *multipurpose forest tree production system* (Kartasubrata dan Mas'ud, 1981).

- a. Agrisilvikultur adalah suatu bentuk agroforestri yang merupakan campuran kegiatan kehutanan dengan pertanian lainnya. Tumpangsari merupakan istilah yang banyak digunakan di Perhutani yaitu cara pengelolaan hutan yang memperbolehkan petani membudidayakan tanaman pangan seperti Padi, Jagung, Kacangtanah, Kedelai, Kentang, Kol di lahan kawasan hutan disamping tanaman pokok kehutanan (Jati, Pinus, Damar, Sonokeling dan Mahoni).
- b. Silvopastur merupakan bentuk agroforestri dengan campuran kegiatan kehutanan dengan peternakan yaitu lahan diantara tegakan pohon hutan ditanami rerumputan atau hijauan pakan ternak dalam waktu bersamaan.
- c. Silvofisheri adalah bentuk agroforestri dengan campuran kegiatan kehutanan didaerah pantai (hutan payau) dengan perikanan. Di sini petani tambak membudidayakan ikan (udang atau bandeng) sekaligus menghutankan kembali dan merehabilitasi hutan payau.
- d. Hutan serbaguna merupakan bentuk agroforestri dengan campuran kegiatan kehutanan dengan tanaman pangan, peternakan, tanaman obat, pemeliharaan lebah madu, pemeliharaan

ulat sutera, wisata, pendidikan (perkemahan) dan latihan militer.

- e. Kebun campuran (*Farm Forestry* atau *multipurpose forest tree production system*) yang merupakan campuran kegiatan pertanian (berbagai jenis tanaman) dengan penanaman pohon di luar kehutanan (pohon bukan merupakan tanaman utama) antara lain seperti pekarangan atau talun.

Ibu/bapak, hadirin yang terhormat

Alih fungsi hutan untuk keperluan pemenuhan pangan mengindikasikan bahwa telah terjadi *over grazing* karena manusia mencari makan yang berhubungan dengan kemiskinan. Oleh karena itu kerusakan hutan dan kemiskinan merupakan dua fenomena yang saling berhubungan. Untuk menghindari kerusakan hutan namun tidak mengabaikan kebutuhan masyarakat, lahir konsep perhutanan sosial (*social forestry*). Perhutani sebagai pengelola hutan di Indonesia berdasarkan konsep tersebut melaksanakan program pendekatan kemakmuran yang dimulai pada tahun 1974, kemudian disempurnakan menjadi pembinaan masyarakat desa hutan (PMDH) pada tahun 1982 (Anonim, 1999). Pelaksanaan PMDH melalui berbagai kegiatan 1) perhutanan sosial yaitu sebagian lahan hutan diberikan kepada petani sebagai penggarap (0,25–0,50 ha/KK) untuk ditanami tanaman kehutanan, buah-buahan dan palawija serta dibina dalam usaha produktif lainnya, 2) insus tumpang sari hutan, yaitu petani diberi garapan lahan di kawasan hutan selama 2 tahun (0,25 ha/KK) dan kredit pupuk serta benih, 3) pengelolaan hutan Jati optimal yaitu sekelompok pohon Jati ditanam berselang-seling dengan tanaman palawija yang digarap oleh petani. Hasil tanaman semusim yang dicapai dalam program PMDH secara agronomi relatif rendah, yaitu padi gogo hanya 1,6 ton ha<sup>-1</sup> dan jagung hanya 2,2 ton ha<sup>-1</sup>. Hasil rendah selain

karena masukan faktor tumbuh kurang (terutama pemupukan) juga karena ternaungi oleh pohon (Purnomo, 2004). Karena pohon menaungi kemudian pohon dipangkas di pangkal tajuk atau ditebang langsung oleh petani sehingga hal itu menjadikan fungsi hutan terganggu. Oleh karena itu perhutani menganggap program PMDH gagal dan diganti dengan program pembinaan hutan bersama masyarakat (PHBM) sejak tahun 2000. Melalui program PHBM diharapkan petani dapat memelihara pohon dengan baik karena ikut memiliki pohon tersebut secara bagi hasil dengan perhutani di samping memperoleh hasil tanaman semusim di lahan hutan.

Peranan atau fungsi sistem agroforestri dapat dibagi menjadi fungsi produksi dan fungsi ekologi. Fungsi produksi sistem agroforestri adalah mengoptimalkan produksi pertanian (fungsi agronomi) dan hutan karena peningkatan hubungan komplementer antara pohon dan tanaman pertanian akibat dari kondisi pertumbuhan dan peningkatan efisiensi penggunaan sumberdaya alam. Fungsi ekologi sistem agroforestri adalah peranan interaksi antara tanah, pohon dan tanaman terhadap lingkungan. Keanekaragaman yang tinggi akan meningkatkan stabilitas ekosistem sehingga produktivitas jangka panjang dapat terpelihara.

Fungsi produksi sistem agroforestri berkaitan dengan pemahaman mengenai interaksi antara pohon-tanah-tanaman yang sangat menentukan keberhasilan penerapan sistem agroforestri. Pohon mempengaruhi tanaman baik negatif maupun positif (Hairiah, 2001; Huxley, 1999). Pengaruh positif pohon (yang menguntungkan) antara lain:

- a. daun pepohonan yang gugur atau dipangkas dan dikembalikan ke dalam tanah dapat menambah bahan organik tanah,
- b. penambahan bahan organik tanah dapat meningkatkan kapasitas menahan air, sehingga kelembaban tanah dapat dipertahankan dan mengurangi bahaya kekeringan,

- c. naungan pohon dapat menekan pertumbuhan gulma,
- d. akar pepohonan yang dalam dapat memperbaiki daur ulang hara, melalui peran sebagai jaring penyelamat hara, yaitu menyerap hara yang tercuci ke lapisan bawah dan pemompa hara, yaitu menyerap unsur hara hasil pelapukan bahan induk pada lapisan bawah,
- e. pohon jenis legume mampu menambat N langsung dari udara, sehingga mengurangi jumlah pupuk N yang harus diberikan,
- f. menjaga kestabilan iklim mikro, mengurangi kecepatan angin, meningkatkan kelembaban tanah, serta memberi naungan parsial, dan
- g. untuk jangka panjang peningkatan bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah dan porositas tanah sehingga erodibilitas tanah rendah.

Pengaruh negatif pohon yang merupakan kendala sistem agroforestri antara lain: a) terjadi kompetisi akan cahaya antara pohon dan tanaman sela, b) kompetisi akan air dan unsur hara antara pohon dan tanaman sela dan c) pepohonan dapat menjadi inang hama atau penyakit bagi tanaman semusim. Pengaruh negatif pohon terhadap tanaman semusim dapat dikurangi antara lain dengan pemangkasan pohon secara teratur, memilih pohon bertajuk tidak melebar, mengatur jarak pohon, menanam tanaman tahan naungan atau memilih pohon yang berakar dalam.

Macam agroforestri memerlukan tindakan pengelolaan yang berbeda. Di Jawa Tengah terdapat agroforestri dengan pohon jati, pinus, sonokeling, mahoni, melina dan Eucalyptus (sengon buto) dengan tanaman semusim (padi gogo, jagung, kacangtanah, kedelai dan tanaman obat). Jenis pohon mempengaruhi kandungan hara tanah seperti yang telah disebutkan di atas antara lain diperkuat oleh hasil penelitian di Meksiko tengah (Farrel, 1987) antara pohon *Prunus capuli* dan *Juniperus deppeania*. Hasil analisis tanah untuk semua sifat lebih tinggi pada tanah di bawah pohon *P. capuli*

seperti P tersedia, Karbon dan K total, Ca dan Mg demikian pula kapasitas tukar kation dan pH.

Pengaruh pohon terhadap tanaman semusim juga berhubungan dengan sifat pertumbuhan pohon sehingga pengaruh pohon jati, sonokeling, mahoni, pinus, melina atau eucalyptus terhadap tanaman di bawah tegakan berbeda. Penelitian jangka panjang di Lampung (1986–1999) penanaman pohon legume yang memiliki pertumbuhan cepat (yang direkomendasikan untuk tanaman pangan pada sistem budidaya pagar) memberikan hasil yang mengecewakan. Hasil yang lebih baik diperoleh pada pohon petaian (*Peltophorum dasyrrachis*) yang berperakaran dalam, tahan pemangkasan dan pertumbuhan lambat sehingga tidak memerlukan pemangkasan intensif (Hairiah *et al.*, 2000).

Secara menyeluruh interaksi antara pohon dan tanaman (I) digambarkan dalam persamaan (Huxley, 1999):

$$I = F + C + M + P - L$$

F: peranan mulsa berasal dari pohon terhadap kesuburan tanah, C: produksi tanaman berkurang karena kompetisi dengan pohon, M: adalah perubahan iklim mikro di atas tanah karena adanya pohon, P: adalah konsekuensi sehubungan perubahan sifat tanah baik secara fisik maupun kimiawi, dan L: adalah setiap penurunan atau penghilangan kerugian seperti lahan miring bila terkena hujan juga akan kehilangan hara karena pencucian. Penurunan hasil tanaman diketahui dengan membandingkan bila tanaman ditanam tunggal tanpa mulsa. Faktor F dan C dapat diperoleh dengan membandingkan tanaman di petak lain yang diberi mulsa pohon ( $C_m$ ) atau tidak ( $C_0$ ). Pengaruh kompetitif (C) adalah perbedaan hasil tanaman antar petak tanaman yang ditanam tunggal atau dibandingkan dengan tanaman di antara pohon (menggunakan mulsa  $C_m$  dan  $C_0$  dan tanpa mulsa  $H_m$  dan  $H_0$ ). Nilai estimasi M, L dan P lebih sulit diperoleh karena sangat tergantung pengaruh

macam agroforestri terhadap iklim mikro yang meliputi semua hal yang tidak mudah diidentifikasi secara tepat.

Konversi hutan alam menjadi lahan pertanian pada umumnya diikuti oleh masalah-masalah lain yang timbul seperti penurunan kesuburan tanah karena erosi atau pencucian hara, kepunahan flora dan fauna atau kekeringan (Hairiah, 2001). Dari segi ekologi konversi hutan menjadi peruntukan lain (lahan pertanian, pemukiman, industri) mengakibatkan CO<sub>2</sub> atmosfer meningkat sehingga dalam jangka panjang mengakibatkan perubahan iklim akhirnya mempengaruhi pola pertanian. Agroforestri merupakan suatu sistem pertanian yang dapat mencegah atau menghambat peristiwa di atas. Selain itu agroforestri menjaga penurunan biodiversitas yang terjadi pada setiap kawasan hutan yang dikonversi menjadi peruntukan lain. Biodiversitas di hutan alam Sumatra sebesar 120 turun menjadi 60–90 bila dikonversi secara agroforestri dan kemudian turun lagi menjadi 15–45 saja bila diubah menjadi lahan Ketela pohon atau Padi gogo (Tomich and Noordwijk, 1999). Namun dengan pengelolaan yang cermat seperti di Maninjau kebun campuran masih menampakkan biodiversitas seperti hutan asli (Hairiah, 2000).

Biodiversitas atau keanekaragaman hayati sistem berkorelasi positif dengan stabilitas, semakin besar biodiversitas semakin besar stabilitas sistem tersebut (Soemarwoto, 1977; Altieri, 1987; Soeriaatmadja, 2000). Stabilitas adalah kemampuan sistem untuk menahan gangguan, berarti stabilitas semakin besar semakin tidak mudah terkena gangguan. Selain stabilitas, pada suatu sistem terdapat resiliensi yaitu kemampuan atau kecepatan untuk kembali ke keadaan semula setelah menerima gangguan. Hal ini perlu dicermati karena tidak seperti stabilitas, hubungan resiliensi dengan biodiversitas tidak menentu (Soemarwoto, 1977). Perubahan hutan menjadi padang alang-alang di beberapa kawasan di Indonesia kemungkinan besar berhubungan dengan resiliensi yang rendah.

Dengan demikian agroforestri merupakan suatu sistem yang berfungsi agronomi dan ekologi diharapkan mampu berperan sebagai sistem pertanian yang berkelanjutan.

Kendala pada sistem agroforestri yang telah diuraikan di atas merupakan hambatan (faktor pembatas) tanaman sela dalam mencapai hasil optimum karena keberadaan pohon. Kendala ketersediaan air untuk tanaman sela meskipun pengairan secara artifisial bukan berarti tidak mungkin namun kebanyakan sistem agroforestri dapat diduga merupakan lahan tadah hujan. Petani sudah sangat berpengalaman mengelola lahan pertanian yang dimiliki sesuai dengan pola musim setempat. Demikian pula bila terjadi ketersediaan nutrisi yang terbatas atau terjadi kerusakan tanaman oleh organisme pengganggu, petani tinggal memilih cara atau metode dengan teknologi yang tersedia untuk mengatasi hal itu. Tidak demikian halnya dengan cahaya, ketersediaan teknologi untuk mengatasi kendala yang timbul oleh karena cahaya (terutama bila cahaya di bawah optimum) masih terbatas.

Hadirin yang saya hormati,

Fungsi agronomi sistem agroforestri berjalan seperti yang diharapkan (produksi atau pendapatan) apabila cahaya cukup tersedia. Namun demikian, tajuk pohon seringkali menghalangi cahaya yang seharusnya diterima oleh tanaman budidaya. Di sisi lain, naungan menguntungkan bagi faktor tanah, karena peneduhan oleh tajuk pohon mencegah terpaan hujan dan cahaya langsung pada permukaan tanah sehingga degradasi sifat fisik tanah dan laju oksidasi bahan organik di lapisan atas terhambat (Sitompul *et al.*, 1992). Kuantitas cahaya lolos dari tajuk pohon selain ditentukan oleh kuantitas cahaya yang datang seperti dinyatakan oleh Beer, juga tergantung pada jarak tanam dan kepadatan tajuk. Jarak tanam pohon menentukan area atau lorong tempat tanaman semusim

ditanam. Distribusi cahaya pada lorong semakin besar ke tengah lorong dan tergantung pada tinggi pohon dan kepadatan tajuk. Suatu penelitian menunjukkan bahwa lebar lorong sangat berpengaruh terhadap distribusi jenis gulma. Lorong makin lebar, gulma jenis *Poaceae* semakin dominan, jumlah individu, luas penutupan dan kerapatan gulma tiap m<sup>2</sup> makin tinggi (Harahap dan Siagian, 2003).

Kepadatan tajuk kecuali ditentukan oleh umur pohon, dipengaruhi oleh karakteristik tajuk antara lain tipe atau bentuk, sifat pertumbuhan, tinggi dan lebar, serta jumlah cabang. Karakteristik lain cahaya dalam sistem agroforestri adalah kuantitas yang tidak konstan karena gerakan tajuk oleh angin, perkembangan dan sebaran daun dalam tajuk yang tidak merata serta sifat pertumbuhan (meranggas atau tidak) (Sitompul, 2002). Hal itu dapat menguntungkan karena tanaman tidak selalu dalam kondisi terteduhi atau tanaman memperoleh cukup cahaya pada awal penanaman, disebabkan oleh tajuk pohon yang semula meranggas. Namun dapat pula merugikan karena kuantitas cahaya semakin berkurang sehubungan dengan kepadatan tajuk bertambah karena pertumbuhan pohon.

Selain kuantitas, kualitas cahaya pada sistem agroforestri berbeda dengan pada sistem tanaman tunggal. Nisbah R/FR (*red/far red* atau merah/merah jauh) cahaya normal, berkisar antara 1,05 sampai 1,25 (Cober and Voldeng, 2001). Cahaya dengan nisbah R/FR rendah, terjadi pada senja hari atau kondisi cahaya di tempat teduh (di bawah kanopi). Nisbah R/FR cahaya normal, akan turun bila terjadi penetrasi cahaya ke kanopi. Ini disebabkan karena cahaya merah diabsorpsi vegetasi, sedangkan cahaya merah jauh dipantulkan. Penurunan nisbah cahaya R/FR dalam kanopi pada sistem tanam tunggal juga akan terjadi, bila tanaman ditanam dengan populasi (jarak tanam) rapat. Hal tersebut menjelaskan, mengapa Kedelai dalam populasi rendah, partisi biomassa total

lebih banyak ke cabang daripada populasi normal. Bila populasi tanaman jarang, maka nisbah R/FR tinggi mengakibatkan perkembangan cabang lebih besar dibandingkan dengan bila tanaman ditanam dalam populasi rapat (Board, 2000).

Hadirin yang saya hormati,

Demikian sekelumit permasalahan yang dapat saya kemukakan dan tidak seluruh masalah yang saya bahas di atas, saya dapat memberikan solusi secara tuntas. Permasalahan tidak akan pernah dapat diselesaikan dengan tuntas, tantangan demi tantangan akan terus muncul baik secara umum maupun di bidang pertanian. Tantangan paling besar di bidang pertanian saat ini adalah minat masyarakat (tercermin pada minat mahasiswa masuk ke Fakultas Pertanian) belajar di bidang pertanian sangat rendah. Padahal pangan terus diperlukan dan harus diproduksi melalui tanaman yang terus memerlukan perhatian agar manusia tidak sampai kekurangan pangan. Ahli pertanian akan terus diperlukan dengan kualitas yang semakin tinggi karena tantangan yang makin besar.

Ibu/bapak hadirin yang saya muliakan

Sebelum mengakhiri orasi ini mohon kesabaran ibu/bapak semua untuk memberi kesempatan kepada saya menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam kehidupan sejak kecil hingga mencapai taraf seperti saat ini. Sebelum ucapan terimakasih, saya menyampaikan **puji syukur ke hadirat Illahi** yang telah memberikan kehidupan dengan suka dan duka kepada saya dan keluarga yang ternyata semuanya mengandung hikmah luar biasa.

Pertama saya menyampaikan terimakasih kepada Rektor UNS dan segenap anggota senat Universitas, Dekan Fakultas

Pertanian dan segenap anggota senat fakultas, Semua Ketua Jurusan di lingkungan Fakultas Pertanian terutama Ketua Jurusan Agronomi sebagai atasan langsung, dan semua kolega staf edukatif maupun non edukatif di Fakultas Pertanian.

Kedua saya menyampaikan terimakasih kepada kedua orang tua terutama ibu saya, ibu Siti Suparlin almarhumah, yang dengan ketabahan, ketekunan, kesabaran, dan perjuangan sebagai *single parent*, karena ayah telah tiada sejak saya masih kecil, mendidik dan membesarkan saya berdua dengan adik, menyekolahkan yang secara rasional sebenarnya tidak mampu untuk membiayai. Kemudian terimakasih kepada anak-anak saya Febi, Meizal, Rizat, dan Irvin yang dengan segala keterbatasan karena ambisi bapaknya dan penuh pengertian untuk menahan diri karena tidak semua keperluan terpenuhi. Terimakasih juga kepada mbah Pusposumitro almarhum beserta mbah putri yang memelihara saya saat masih kecil karena itu saya panggil bapak dan ibu kepada beliau, Bude/Pakde Dwijosiswoyo (almarhumah/almarhum), paman yang saya panggil mas yaitu mas Mo (Suparmo), mas No (Sumarno), mas Hartono (semua sudah almarhum) yang ikut membesarkan dan mewarnai hidup saya, terimakasih juga pada segenap anggota keluarga besar Pusposumitro. Paman (adik ayah) Pak dan Bu Sarwono terimakasih atas arahan kehidupan agama saya. Adik saya Drs. Bambang Hermanto, MBA terimakasih atas segala bantuan baik moril maupun materiil.

Ketiga terimakasih kepada segenap guru saya sejak Sekolah Rakyat/Dasar (di SR Tanjung, Bulukerto, Wonogiri dan SRL 2 Kepatihan, Solo, kemudian menjadi SD no 4 Kepatihan), Sekolah Menengah Pertama (SMPN 3, Purworejo, Kedu), Sekolah Menengah Atas (SMAN 1 Solo), dan Perguruan Tinggi di Universitas Gadjah Mada Jogjakarta dan Universitas Brawijaya Malang. Dengan tidak bermaksud menganggap peran guru saya yang lain lebih kecil (semua berperan besar), secara khusus saya

menyampaikan terimakasih kepada Prof. Ir. S.M. Sitompul M.Sc. Ph.D yang dengan sangat sabar (karena saat studi usia saya sudah tidak muda lagi) berperan sebagai pembimbing (S2) dan promotor (S3) saat saya studi di Unibraw, Malang. Karena beliau kehidupan ilmiah saya, juga etos kerja, berubah dan mudah-mudahan masih dapat berkembang. Pak Tom juga berusaha meringankan beban saya dengan mengajukan proposal disertasi ke Depdiknas untuk memperoleh dana dan alhamdulillah berhasil. Kepada Prof. Dr. Ir. Bambang Guritno, M.S. sebagai pembimbing tesis S2 juga ko-promotor S3, terimakasih atas bimbingan bapak yang dengan penuh kepastian, persahabatan, dan kebijakan mengarahkan saya. Ibu Cho (Prof. Ir.Kurniatun Hairiah, Ph.D) sebagai ko-promotor, terimakasih karena dari ibulah saya paham benar arti penelitian yang terfokus sehingga setelah lulus seorang doktor menjadi superspesialis namun dapat menerapkannya pada kondisi makro.

Keempat, saya menyampaikan terimakasih kepada kolega dekat yang bersama-sama bahu-membahu saat UNS baru berdiri dengan segala kesulitan dan keterbatasan yaitu pak Bud (Prof. Dr. Drh. G. Boedihardjo almarhum), pak Turanto (Ir. Toeranto Sugijatmo), pak Priyo (Ir. Priyo Prasetyo, M.S.), pak Maryo (Ir. Soemarjo), pak Harno (Ir. Suharno PS, M.S.), pak Indro (Prof. Drs. Indrowuryatno, M.S.), bu Win (Ir. Winatuningsih, S.U.), Bu Prapti (Dr. Ir. Suprapti, M.S.), bu Han (Prof. Ir. Sri Handajani, M.Sc. Ph.D), pak Dji (Prof. Ir. Djiwandi) dan karena kekompakan kita oleh mahasiswa disebut **wali songo** faperta UNS.

Kelima, terimakasih kepada sahabat yang membantu meringankan kehidupan saya terutama kepada mas O'ok (dr. Bambang Widjokongko) dan jeng Tuti (Dr. Ir. Mth. Sri Budiastuti, M.Si), sebagai teman berbagi rasa, khususnya di saat saya menghadapi masalah-masalah kehidupan, Pak Darji (Soedardji S.H., almarhum) dengan ibu, yang ikut mengarahkan anak pertama saya sehingga dia memanggil beliau papi dan mami, demikian pula

terimakasih untuk pak Mien (Dr. Ir. S. Minardi, MS) dan ibu (Ir Setie Harieni, MS) sehingga anak saya keempat memanggil papa Mien dan mama Mien.

Yang terakhir adalah terimakasih saya sampaikan kepada teman sejawat yang selama ini menyampaikan kritik baik secara langsung maupun tidak langsung, karena dengan kritikan itu (terutama kritikan yang pedas) justru menjadikan atau melecut saya hingga mencapai seperti sekarang. Kepada yang lebih muda dari saya, hargailah kritikan betapapun pedas dan janganlah terlalu berbangga dengan pujian karena pujian dapat meninabobokkan bahkan dapat menggelincirkan.

Sekian dan terimakasih, semoga Tuhan selalu memberikan rahmat kepada kita semua di masa mendatang, Amin.

Surakarta, 24 Nopember 2007

## PUSTAKA ACUAN

- Altieri, M.A. 1987. *Agroecology, The Scientific Basic of Alternative Agriculture*. Westview Press. I.T Pub. London.
- Anonim. 1999. *Perhutanan Sosial*. Perhutani Unit I. Semarang. Jawa Tengah.
- Badan Puas Statistik. 2006. *Kebutuhan, Produksi, dan Impor Beras Indonesia*. BPS, Jakarta.
- Board, J. 2000. Light Iterception Efficiency and Light Quality Affect Yield Compensation of Soybean at Low Plant Population. *Crop Sci.* 40: 1285-1294.
- Cober, E.R. and H.D. Voldeng. 2001. Low R: FR Light Quality Delays Flowering of *E7E7* Soybean Lines. *Crop Sci.* 41: 1823-1826.
- de Foresta, H. dan G Michon. 2000. Agroforestri Indonesia: Beda Sistem Beda Pendekatan *p 1-7 dalam H.de Foresta, A. Kuswanto, G. Michon, dan W.A. Djatmiko (ed) Ketika Kebun Berupa Hutan: Agroforest Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Masyarakat*. ICRAF. Bogor Indonesia. 249 pp.
- Departemen Pertanian. 2004. *Basis Data*. Deptan, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2007. *Basis Data*. Deptan, Jakarta.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. Potensi Tanaman Pangan di Bali Seminar Komponen Teknologi Budidaya Tanaman Pangan di Propinsi Bali. *Balai Penelitian Tanaman Pangan*. Malang. 42-52.

- Hairiah, K. 2001. *Agroforestri di Indonesia : Manfaat dan Permasalahannya. Makalah dalam Lokakarya Lingkup Penelitian Agronomi*. P.S. Agronomi. Faperta Unibraw. Malang.
- Hairiah, K. 2003. *Agroforestri: Tawaran Menuju Pertanian Sehat. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri*. UGM Jogjakarta. 47-64
- Hairiah, K., S.R. Utami, D. Suprayogo, Widiyanto, S.M. Sitompul, Sumaryo, B. Lusiana. R. Mutia, M. van Noordwijk and G. Cadisch. 2000. *Agroforestri pada Tanah Masam di Daerah Tropika Basah : Pengelolaan Interaksi antara Pohon - tanah – tanaman semusim*. ICRAF. Bogor.
- Harahap, R. dan M. Siagian. 2003. *Pengaruh Lebar Lorong Pada Model Agroforestri Terhadap Komposisi Gulma Pada Lahan Kering*. J. Agroland 10(4): 322-327.
- Huxley, P. 1999. *Tropical Agroforestry*. Blackwell Sci. Ltd. Oxford. London.
- Kartasubrata, J. dan A.F. Mas'ud. 1981. Beberapa Definisi, Pengertian dan Perkembangan Dari Konsep Agroforestri p 492-501 *dalam Proceeding Seminar Agroforestri dan Pengendalian Perladangan*, 19-21 Nopember. Jakarta.
- Michon, G. dan H. de Foresta. 2000. Peranan agroforest. P 173-204 *dalam H.de Foresta, A. Kuswanto, G. Michon, dan W.A. Djatmiko (ed) Ketika Kebun Berupa Hutan: Agroforest Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Masyarakat*. ICRAF. Bogor Indonesia. 249 pp.

- Purnomo, D. 2004. Peningkatan Fungsi Agronomi Agroforestri, Jati, Pinus dengan Jagung dan Kedelai Berdasar Acuan Energi Radiasi. *Disertasi*. Program Pasca Sarjana Unibraw. Malang.
- Satjapradja, O. 1981. Agroforestri di Indonesia: Pengertian dan Implementasinya p 19-21 *dalam Proceeding Seminar Agroforestri dan Pengendalian Perladangan*, Nopember. Jakarta. 68-75.
- Soemarwoto, O. 1977. *Penerapan Prinsip dan Teori Ekologi Umum Dalam Pembangunan*. Kertas Kerja Untuk Loka Karya dan Latihan Bidang Lingkungan di perguruan Tinggi. Aspek Ekologi. Lembaga Ekologi UNPAD. Bndung.
- Soeriaatmadja, R.E. 2000. Ekologi Sebagai Ilmu, Wawasan dan Pendekatan Pembangunan. p 193-199 *dalam Pengetahuan Alam dan Pembangunan*. Dit. Jen. Perti. Depdiknas. Jakarta.
- Sitompul, S.M. 2003. *Fungsi Agronomi dan Ekologi Sistem Agroforestri Pinus Dengan Kedelai dan Jagung Sebagai Area Resapan Air (ARA): Transformasi Energi Radiasi dan Presipitasi*. Laporan Hibah Penelitian. Program Studi agronomi. Fak. Pertanian Unibraw. Malang.
- Sitompul, S.M., M.S. Syekhfani and J. van der Heide. 1992. Yield of Maize and Soybean in a Hedgerow Intercropping System. *Agrivita* (15) 1: 69-75.
- Tomich, T.P. and M. van Noordwijk. 1999. Biodiversity Loss, Agricultural Development, and Sustainability p 36 - 52. *In Proceeding Seminar Toward Sustainable Agriculture in Humid Tropics Facing 21<sup>st</sup> Century*. Bandar Lampung. Indonesia.

- van Noordwijk, M. and M.J Swift. 1999. Belowground Biodiversity and Sustainability of Complex Agroecosystem p 8-28 in A.Gafur, Fx. Susilo, M. Utomo and M.van Noordwijk (ed), *Proc. Workshop Management of Agrobiodiversity For Sustainable Land Use and Global Environmental Benefit*. Bogor. Indonesia.
- Wiradinata. 1981. Agroforestri di Indonesia. *Proceeding Seminar Agroforestri dan Pengendalian Perladangan*, Nopember. Jakarta. 68-75.

## BIODATA

Nama : Dr. Ir. Djoko Purnomo, M.P.  
NIP : 130 543 971  
Tempat/Tgl. Lahir : Surakarta, 26 April 1948  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Bidang Keahlian : Agronomi (Fisiologi dan Ekologi Tanaman)

### A. RIWAYAT PENDIDIKAN

No.	Tempat Pendidikan	Kota	Tahun Lulus	Bidang Studi	Keterangan
1.	SMA Negeri 1	Surakarta	1968	I. Pasti	
2.	Univ. Gadjah Mada (S1)	Jogjakarta	1975	Agronomi	
3.	Univ. Brawijaya (S2)	Malang	1999	Ilmu Tanaman	
4.	Univ. Brawijaya (S3)	Malang	2004	Fisiologi Tanaman	

### B. RIWAYAT PEKERJAAN DAN JABATAN

No.	Pekerjaan/Jabatan	Tempat/Lembaga	Tahun
1.	Pembantu Dekan II	Faperta UNS	1978-1980
2.	Dekan	Faperta UTP Surakarta	1980-1984
3.	Ketua Jurusan	Jurusan Budidaya Pertanian Faperta UNS	1987-1989
4.	Pembantu Dekan I	Faperta UNS	1989-1992

### C. MATAKULIAH

- S1: 1. Biologi  
2. Ekologi Tanaman  
3. Fisiologi Tumbuhan  
4. Ilmu Alamiyah Dasar  
5. Seminar

- S2: 1. Ekofisiologi Tanaman

### D. PENGALAMAN DALAM KEGIATAN PENELITIAN DAN KAJIAN

1. Efisiensi Penggunaan Radiasi Pada Tanaman Kacangtanah. Tesis S2 (1999)
2. Potensi Produksi dan Pengembangan Teknologi Kedelai dan Jagung dalam Sistem Agroforestri (Penelitian Hibah Bersaing/PHB Th I, 2003)
3. Potensi Produksi dan Pengembangan Teknologi Kedelai dan Jagung dalam Sistem Agroforestri (Penelitian Hibah Bersaing/PHB Th II, 2004)
4. Peningkatan Fungsi Agronomi Agroforestri, Jati, Pinus Dengan Jagung dan Kedelai Berdasar Acuan Energi Radiasi. Disertasi. 2004.

### E. KEGIATAN ILMIAH YANG DIKUTI DAN PERAN

No.	Judul	Tahun	Keterangan
1.	Seminar Nasional Tentang Sistem Pertanian Berkelanjutan Untuk Menunjang Pembangunan Nasional. Fak. Pertanian UNS, Solo	2005	Pemakalah, judul makalah: Peluang dan Kendala Sistem Agroforestri Dalam Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

2.	Seminar Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian UNS	2005	Pemakalah, judul makalah: Peluang Sistem Agroforestri Sebagai Lahan Budidaya Tan. Obat
3.	Seminar Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian UNS	2006	Pemakalah, judul makalah: Implementasi Konsep GAP ( <i>Good Agricultural Practices</i> ) di Tingkat Lapangan
4.	Seminar Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian UNS	2006	Implementasi Konsep GAP ( <i>Good Agricultural Practices</i> ) di tingkat lapangan.
5.	Seminar Nasional: Revitalisasi Pertanian Sebagai Titik Sentral Akselerasi Pembangunan Nasional. Fak. Pertanian UNS, Surakarta.	2007	Potensi, Kendala, dan Peluang Dalam Mewujudkan Revitalisasi Pertanian
6.	Seminar Nasional Pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya nabati dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Fak.Biologi. UNSOED.	2007	Sistem Agroforestri: Peningkatan Fungsi Sumberdaya Hutan Sebagai Penunjang Kebutuhan Lahan Pertanian Dan Kesejahteraan Masyarakat

## F. PUBLIKASI ARTIKEL ATAU BUKU

No.	Judul Artikel/Buku	Bahasa	Penerbit	Tahun
1.	Evaluasi Potensi dan Kendala Pengembangan Sistem Agroforestri di Jawa Tengah dlm <i>Habitat</i> 15 (3): 197-207	Indonesia	Fak. Pertanian Unibraw, Malang	2004
2.	Peningkatan Kinerja Tanaman Jagung dan Kedelai Pada Sistem Agroforestri Dengan Pemupukan Nitrogen dlm <i>Agrosains</i> 6 (2): 106-112	Indonesia	Fak. Pertanian UNS, Solo	2004
3.	Tanggapan Tanaman Jagung Terhadap Irradiasi Rendah dlm <i>Agrosains</i> 7 (2): 86-93	Indonesia	Fak. Pertanian UNS, Solo	2005
4.	Irradiasi Pada Sistem Agroforestri Berbasis Jati dan Pinus Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai dlm <i>Biodiversitas</i> 7 (3): 247-251	Indonesia	Fak. MIPA UNS, Solo	2006
5.	Ilmu Kealaman Dasar (Tim Penulis dan Editor)	Indonesia	UNS Press	2005