

PERTUMBUHAN DAN HASIL KACANG TANAH YANG DIBERI RHIZOBIUM PADA CEKAMAN KEKERINGAN

PEANUT YIELD AND GROWTH INOCULATED RHIZOBIUM ON DROUGHT STRESS

Sadmaka¹⁾, Suwardji²⁾, A. Farid Hemon²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Lahan Kering, Universitas Mataram

²⁾ PS Pengelolaan Sumber Daya Lahan Kering, Universitas Mataram

e-mail: faridhemon_1963@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil kacang tanah yang diberi *Rhizobium sp* pada kondisi cekaman kekeringan. Penelitian ini merupakan percobaan pot di rumah kaca yang terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu menguji efektifitas sumber inokulum terhadap pertumbuhan bitil akan dan pertumbuhan tanaman kacang tanah pada kondisi cekaman kekeringan. Tahap kedua yaitu mengamati hasil kacang tanah yang diinokulasi dengan sumber inokulan *Rhizobium sp*. Hasil percobaan tahap pertama ini selanjutnya akan digunakan untuk percobaan tahap kedua. Percobaan ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi, yaitu kondisi cekaman kekeringan sebagai petak utama dan sumber inokulum *Rhizobium sp* sebagai anak petak. Petak utama terdiri atas tanaman mengalami cekaman kekeringan dan tanaman tidak mengalami kekeringan. Anak petak terdiri atas sumber inokulum dari Nodulin, Rhizoplus, Agrimeth, tanah bekas kacang tanah, dan tanpa sumber inokulum (sebagai kontrol). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Rhizobium* dari Nodulin mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pada kondisi cekaman kekeringan. Kacang tanah yang diberi Nodulin memberikan bobot berangkasan kering bagian atas tanah yang terberat (24,5 g per tanaman) dan menghasilkan bobot polong kering yang terberat (20,4 g per tanaman), serta menghasilkan kadar N jaringan tanaman yang tertinggi (1,95 %) dibanding dengan tanaman yang tidak diberi Nodulin.

ABSTRACT

This research aims to know peanut yield and growth inoculated Rhizobium sp on drought stress. This research was done in Glass House which consisted of 2 steps. First step was evaluation of inoculum source effectiveness against root nodule growth and peanut growth under drought stress. Second step was observation of peanut yield inoculated with Rhizobium sp under drought stress. The experiment was carried out with Split Plot Design, ie. main plot (drought stress) and sub plot (inoculum source of Rhizobium sp). Main plot consisted of peanut plant under drought stress and no drought stress. Sub plot consisted of inoculum source (Nodulin, Rhizoplus, Agrimeth, residu soil from planted peanut), and no inoculation (control). Result of experiment showed that Rhizobium application from Nodulin increased peanut growth and yield under drought stress. Plant peanut inoculated Nodulin had higher upper soil dry matter weight (24,5 g per plant) and dry pod weight (20,4 g per plant), including produced higher tissue N content than peanut plant without Nodulin application.

Kata-kata kunci : *Rhizobium*, kekurangan air, nitrogen

Keywords : *Rhizobium*, drought stress, nitrogen

PENDAHULUAN

Kacang Tanah termasuk tanaman kacang-kacangan yang banyak dibudidayakan, menempati urutan kedua setelah kedelai dan merupakan komoditas agrobisnis yang bernilai ekonomis cukup tinggi. Kebutuhan kacang tanah belum dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, sehingga perlu impor (Kasno, 2007). Oleh karena itu, peningkatan produksi untuk mengurangi jumlah impor kacang tanah akan memberi kontribusi nyata pada perekonomian nasional.

Kacang tanah pada umumnya ditanam pada akhir musim hujan atau awal musim kemarau di lahan tegalan atau lahan sawah tadah hujan, sehingga menyebabkan terjadinya cekaman kekeringan pada tanaman tersebut. Cekaman kekeringan menjadi faktor pembatas utama terhadap hasil kacang tanah. Agung (2005) menyatakan bahwa produktivitas lahan dan hasil tanaman di lahan kering masih rendah. Sebagian besar lahan kering mempunyai tingkat kesuburan yang rendah dan sumber airnya terbatas dan hanya tergantung pada curah hujan serta distribusi hujan tidak dapat diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Cekaman kekeringan menyebabkan ketersediaan air tidak selalu terpenuhi sepanjang musim tanam dan terjadi defisit unsur hara seperti nitrogen, sehingga produksi kacang tanah menjadi rendah (Collino *et al.* 2000). Biasanya lahan kering memiliki tingkat kesuburannya rendah, sifat kimianya jelek terutama hara nitrogen yang tersedia sangat rendah dan tidak mencukupi kebutuhan tanaman (Abdel-Ghaffar, 1989). Namun kenyataan bahwa petani tidak melakukan pemupukan tanaman kacang tanah, karena berasumsi bahwa akar kacang tanah yang bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium sp.* dianggap sudah cukup dapat memfiksasi nitrogen (N) untuk memberikan kesuburan tanah. Bintil-bintil akar selanjutnya dapat melepaskan senyawa nitrogen organik ke dalam tanah tempat polong tanaman berkembang.

Salah satu usaha untuk memperbaiki produksi kacang tanah di lahan kering yaitu dengan meningkatkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah melalui fiksasi N dari udara

bebas. Inokulasi *Rhizobium sp.* pada benih kacang tanah adalah salah satu cara untuk meningkatkan ketersediaan unsur nitrogen di lahan. Pada penelitian ini telah dilakukan inokulasi benih kacang tanah dengan berbagai sumber inokulum *Rhizobium sp.*, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil kacang tanah yang diberi *Rhizobium sp.* pada kondisi cekaman kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium Fakultas pertanian Universitas Mataram dri bulan Juni sampai November 2014. Penelitian menggunakan tanah yang diambil dari lahan kering petani Kabupaten Lombok Utara NTB.

Penelitian ini merupakan percobaan pot di rumah kaca yang terdiri dari dua tahap. Tahap pertama menguji efektifitas sumber inokulum terhadap pertumbuhan bitil akan dan pertumbuhan tanaman kacang tanah pada kondisi cekaman kekeringan. Percobaan ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi, yaitu kondisi cekaman kekeringan sebagai petak utama (faktor pertama) dan sumber inokulum *Rhizobium sp.* sebagai anak petak (faktor kedua). Petak utama terdiri atas tanaman mengalami cekaman kekeringan dan tanaman tidak pernah mengalami cekaman kekeringan (kondisi optimum). Anak petak (petak terbagi) terdiri atas sumber inokulum yaitu dari Nodulin, Rhizoplus, Agrimeth, tanah bekas kacang tanah, dan tanpa sumber inokulum (sebagai kontrol). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak lima kali. Hasil percobaan tahap pertama ini selanjutnya akan digunakan untuk percobaan tahap kedua.

Tanah untuk media tanam terlebih dahulu disterilkan dengan menggunakan Autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 2 atm selama 90 menit, kecuali media tanam yang berasal dari tanah bekas kacang tanah tidak dilakukan sterilisasi. Tanah sejumlah 9 kg

dimasukkan ke dalam plastik polibeg. Media tanam disiram dengan air sampai mencapai kapasitas polibeg.

Benih kacang tanah yang digunakan adalah benih cv. Lokal Bima. Benih kacang tanah dibasahi dengan dan selanjutnya dilumuri dengan sumber inokulum Nodulin, Rhizoplus, dan Agrimeth (sesuai perlakuan), namun khusus tanah bekas kacang tanah langsung digunakan sebagai media tanam. Sumber inokulum Nodulin, Rhizoplus dan Agrimeth diproduksi oleh Balai Penelitian dan Pengembang Pertanian Kementerian Pertanian Indonesia. Dosis masing-masing sumber inokulum adalah 2 g setiap 2 kg benih kacang tanah. Setiap polibeg ditanam dengan dua biji benih kacang tanah.

Perlakuan cekaman kekeringan diberikan mulai tanaman berumur 16 sampai 55 hari. Semua tanaman disiram sampai kapasitas lapang dari awal tanam sampai umur 15 hari setelah tanam (hst). Kapasitas lapang ditentukan dengan menyiram air pada media tanam sampai jenuh. Kejenuhan air ditunjukkan dengan menetesnya air pada lubang aerasi dasar polibeg. Pada saat tanaman memasuki umur 16 hst, sebagian tanaman disiram sampai kondisi optimum (kapasitas lapang) dan sebagian yang lain dipelihara dalam kondisi cekaman kekeringan sebagai akibat pengurangan pemberian air. Tanaman yang mendapat perlakuan cekaman kekeringan disiram air sampai kapasitas lapang setiap 4-7 hari sekali (sehari setelah ada 70% gejala layu pada daun). Gejala layu mulai terjadi ketika kandungan air tanah mencapai 60-70% dari kapasitas lapang, yang dihitung berdasarkan selisih berat jumlah air yang disiramkan untuk mencapai kapasitas lapang dan saat tanaman layu. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan sampai tanaman berumur 85 hst, dan selanjutnya tanaman diberikan kondisi optimum sampai tanaman panen (Hemon, 2006).

Pemeliharaan tanaman dilakukan antara lain pemupukan, penyiraman, penyiangan, pembumbunan, dan pengendalian hama dan penyakit. Pemupukan dilakukan dengan cara dicampur dengan tanah sehari sebelum tanam. Pupuk yang digunakan adalah 75 kg SP dan

50 kg KCl per hektar. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan insektisida Curacron dan fungisida Dithane M-45.

Peubah yang diamati pada penelitian tahap pertama meliputi jumlah bintil akar, berat segar bintil akar, berat kering bintil akar, distribusi bintil akar pada sistem perakaran, tinggi tanaman, berat segar tanaman dan berat kering tanaman, yang semuanya diamati pada umur 60 hst.

Penelitian tahap kedua yaitu mengamati hasil kacang tanah yang diinokulasi dengan sumber inokulan *Rhizobium sp* pada kondisi cekaman kekeringan. Hasil penelitian tahap pertama akan digunakan sebagai sumber inokulum *Rhizobium sp*. Tahapan percobaan seperti sterilisasi tanah, inokulasi *Rhizobium sp*, penanaman, pengaturan cekaman kekeringan, dan pemeliharaan tanaman dilakukan seperti penelitian tahap pertama. Peubah yang diamati meliputi kadar nitrogen (N) total tanah, kadar nitrogen (N) total dalam jaringan tanaman, bobot berangkasan basah dan kering di atas permukaan tanah, jumlah polong berisi, dan bobot polong kering berisi (g).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor cekaman kekeringan dan sumber inokulan *Rhizobium sp* tidak menunjukkan adanya interaksi terhadap semua peubah pertumbuhan tanaman kacang tanah dan pertumbuhan bintil akar. Masing-masing faktor sumber inokulum *Rhizobium sp* dan cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat segar dan berat kering tanaman, jumlah bintil akar, berat segar dan berat kering bintil akar. Pada Tabel 1 terlihat bahwa sumber inokulum *Rhizobium sp* yang berasal dari media bekas tanaman kacang tanah (tanah tanpa sterilisasi) dan sumber inokulan Nodulin

menghasilkan pertumbuhan tanaman yang tertinggi. Sumber inokulan Nodulin menghasilkan berat kering tanaman 7,5 g dan tidak berbeda nyata dengan media tanah bekas kacang tanah.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman (cm), berat segar tanaman (g) dan berat kering tanaman kacang tanah (g) pada umur 60 hst pada berbagai sumber *Rhizobium sp*

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Berat Segar Tanaman	Berat Kering Tanaman
R1	26,5b	47,2 a	7,5ab
R2	25,0bc	46,6a	7,2ab
R3	22,2d	38,1ab	6,4bc
R4	28,9a	49,8a	8,4a
R5	23,8cd	33,8b	5,3c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berpengaruh tidak nyata pada uji DMRT 5%. R1= Nodulin; R2= *Rhizoplus*; R3=*Agrimeth*; R4=*Tanah bekas kacang tanah tanpa sterilisasi*; R5=*Tanah steril tanpa inokulan*

Nodulin dan media tanah bekas kacang tanah diduga mempunyai populasi *Rhizobium* yang efektif dibanding sumber inokulum yang lain. Tanah bekas kacang tanah yang tidak disterilisasi mempunyai *Rhizobium* dan mikroorganisme lain yang lebih bervariasi dibanding dengan Nodulin, *Rhizoplus* dan *Agrimeth*. Interaksi *Rhizobium* dan mikroorganisme lain dalam tanah sangat membantu *Rhizobium* untuk menetrasi akar kacang tanah (Suharjo, 2001).

Pertumbuhan tanaman ada kaitannya dengan ketersediaan unsur nitrogen dalam tanah. Pada penelitian ini menghasilkan bahwa sumber inokulum *Rhizobium* yang berasal dari Nodulin dan tanah bekas kacang tanah juga menghasilkan pertumbuhan bintil akar yang lebih baik dibanding sumber inokulum yang lain (Tabel 2). Bintil akar mampu melakukan fiksasi nitrogen bebas (*Biological N₂ fixation* = BNF) dan merupakan sumber nitrogen yang efisien (Peoples *et al.* 1995). Keberhasilan simbiose *Rhizobium*-legume akan meningkatkan kerjasama BNF dalam ekosistem tanah. Simbiose *Rhizobium*-legume adalah merupakan sumber utama fiksasi nitrogen dalam sistem tanah dan dapat menyediakan lebih dari separuh fiksasi nitrogen (Tate, 1995). Kacang tanah memiliki bintil akar yang mampu mengikat unsur nitrogen (N) dari udara melalui simbiose dengan bakteri *Rhizobium*. Bintil akar yang efektif mempunyai kemampuan untuk menambat nitrogen dan dapat mencukupi kebutuhan nitrogen sebesar 80-90% untuk pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Rata-rata jumlah bintil akar, berat segar bintil akar (g), dan berat kering bintil akar (g) kacang tanah pada umur 60 hst dari berbagai sumber inokulum *Rhizobium sp.*

Perlakuan	Jumlah Bintil Akar	Berat Segar Bintil Akar	Berat Kering Bintil Akar
R1	7,4 ab	0,8 ab	0,73 ab
R2	6,6 b	0,8 ab	0,72 ab
R3	1,8 c	0,8 ab	0,72 ab
R4	10,2 a	0,9 a	0,75 a
R5	0,0 d	0,0 c	0,0 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berpengaruh tidak nyata pada uji DMRT 5%. R1= *Nodulin*; R2= *Rhizoplus*; R3= *Agrimeth*; R4= *Tanah bekas kacang tanah tanpa sterilisasi*; R5= *Tanah steril tanpa inokulan*.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa cekaman kekeringan menghasilkan tanaman yang lebih pendek, berat segar dan berat kering tanaman yang lebih ringan dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada kondisi optimum (tanpa cekaman). Efek kekurangan air atau kekeringan akan mengakibatkan dehidrasi pada tanaman yang berpengaruh terhadap turgor sel yang selanjutnya dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Cekaman pada tanaman memberikan pengaruh yang tidak menguntungkan pada tanaman (Fallah, 2006). Riduan *et al.* (2005) menunjukkan pula bahwa cekaman kekeringan pada fase vegetatif nyata menurunkan tinggi tanaman varietas Kelinci dan Singa pada umur 30 dan 75 hst, menurunkan jumlah cabang, bobot kering tajuk dan akar.

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman (cm), berat segar tanaman (g) dan berat kering tanaman kacang tanah (g) pada kondisi cekaman kekeringan dan optimum (tanpa cekaman kekeringan) umur 60 hst

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Berat Segar Tanaman	Berat Kering Tanaman
Optimum (Tanpa Cekaman)	27,08 a	57,89 a	7,61 a
Cekaman Kekeringan	23,46 b	28,27 b	6,33 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berpengaruh tidak nyata pada uji DMRT 5%

Cekaman kekeringan juga menurunkan jumlah bintil akar, berat segar dan berat kering bintil akar umur tanaman 60 hst (Tabel 4). Problem lingkungan paling mengganggu *Rhizobium* adalah tanah marginal dengan kondisi hujan yang rendah, tanah dengan status nutrisi rendah, dan kapasitas memegang air yang rendah (Bottomley, 1991).

Kondisi lingkungan ekstrim merupakan pembatas untuk pertumbuhan dan aktivitas fiksasi N₂ tanaman. Populasi spesies *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium* bervariasi toleransinya pada kondisi lingkungan. Tate (1995) melaporkan bahwa populasi rhizobia pada tanah gurun pasir dan efektivitas nodulasi pada pertumbuhan legume cenderung menurun pada defisiensi kelembaban.

Tabel 4. Rata-rata jumlah bintil akar, berat bintil akar segar (g), dan berat bintil akar kering (g) pada cekaman kekeringan dan optimum (tanpa cekaman kekeringan) umur 60 hst

Perlakuan	Jumlah Bintil Akar	Berat Segar Bintil Akar	Berat Kering Bintil Akar
Optimum (Tanpa Cekaman)	86,2 a	0,264 a	0,050 a
Cekaman Kekeringan	24,5 b	0,077 b	0,007 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berpengaruh tidak nyata pada uji DMRT 5%

Pada Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa Nodulin dapat digunakan sebagai sumber inokulum *Rhizobium* pada penanaman kacang tanah. Berdasarkan itu maka penelitian berikutnya ingin diamati pertumbuhan dan hasil kacang tanah yang diberi Nodulin pada kondisi cekaman kekeringan. Pada Tabel 5 akan disajikan pengaruh pemberian Nodulin terhadap bobot berangkasan basah dan kering di atas permukaan tanah, jumlah polong berisi, bobot polong kering berisi dan kadar N jaringan tanaman.

Tabel 5. Rata-rata bobot berangkasan basah dan kering tanaman (g) di atas permukaan tanah, jumlah polong berisi, bobot polong kering (g), dan kadar (%) N jaringan tanaman pada kondisi cekaman kekeringan

Perlakuan	Bobot Berangkasan Basah	Bobot Berangkasan Kering	Jumlah Polong	Bobot Kering Polong	% N Jaringan
Tanpa aplikasi Nodulin	90,8 b	16,9 b	16,3 a	6,7 b	1,64 b
Aplikasi Nodulin	127,7 a	24,5 a	22,3 b	20,4 a	1,95 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berpengaruh tidak nyata pada uji DMRT 5%

Pada Tabel 5 terlihat bahwa aplikasi sumber inokulum Nodulin mampu meningkatkan bobot berangkasan basah dan kering tanaman kacang tanah serta menghasilkan polong yang

lebih banyak dan bobot polong kering yang lebih berat. Nodulun sebagai sumber inokulum *Rhizobium* mampu menambat N bebas udara dan selanjunya diubah menjadi protein yang diperlukan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah. Hasil fiksasi N tersebut selanjutnya dapat dilihat pada N jaringan tanaman, yaitu pemberian Nodulin menghasilkan N jaringan yang lebih tinggi dibanding tanpa aplikasi Nodulin (Tabel 5). Bakteri nitrogen adalah bakteri yang mampu mengikat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi suatu senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan. *Rhizobium* mampu mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman legum dan meningkatkan produksi (Pelah *et al.*, 1997).

KESIMPULAN

Aplikasi *Rhizobium* dari sumber inokulum Nodulin mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang tanah pada kondisi cekaman kekeringan. Kacang tanah yang diberi Nodulin memberikan bobot berangkasan kering bagian atas tanah yang terberat (24,5 g per tanaman) dan menghasilkan bobot polong kering yang terberat (20,4 g per tanaman), serta menghasilkan kadar N jaringan tanaman yang tertinggi (1,95 %) dibanding dengan tanaman kacang tanah yang tidak diberi Nodulin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Ghaffar A. S. 1989. Aspects of microbial activities and dinitrogen fixation in Egyptian desert soils. *Arid Soil Res. Rehabil.* 3:281–294.
- Agung, I.G.A. M.S. 2005. Pertanian Lahan Kering Potensi yang Terabaikan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Budidaya Pertanian pada Universitas Udayana. Denpasar : Universitas Udayana.
- Bottomley P., 1991. Ecology of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*. In Biological nitrogen fixation. Eds Stacey G., Burris R. H., Evans H. J. (Chapman & Hall, New York, N.Y.). pp 292-347.
- Collino DJ., et.al. 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and water use efficiency. *Field Crop Res.* 68:133-142.

- Fallah, AF. 2006. Perspektif Pertanian dalam Lingkungan yang Terkontrol. <http://io.ppi.jepang.org>. Diakses tanggal 20 Mei 2014
- Hemon AF. 2006. Efektivitas seleksi in vitro berulang untuk mendapatkan plasma nutfah kacang tanah toleran cekaman kekeringan dan resisten terhadap penyakit busuk batang *Sclerotium rolfsii*. Disertasi Doktor Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Kasno, A. 2007. Strategi Pengembangan Kacang Tanah di Indonesia. Peningkatan Produksi Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor. Hal 69-87.
- Pelah D, Wang W, Altman A, Shoseyov O, Partels D. 1997. Differential accumulation of water stress related protein, sucrose synthase and soluble sugar in *Populus* species that differ in their water stress response. *Physiol. Plant* 96:284–290 Peoples M. B., Ladha J. K., Herridge D. F., 1995. Enhancing legume N₂ fixation through plant and soil management. *Plant Soil* 174:83–101.
- Peoples M. B., et.al. 1995. Biological nitrogen fixation : an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production. *Plant Soil* 174:3-28.
- Riduan, A., Aswidinnoor, H., Koswara, J., Sudarsono, 2005 . Toleransi Sejumlah Kultivar Kacang Tanah terhadap Cekaman Kekeringan. Website: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/hayati/article/download/168/35>. [21 Juni 2012]
- Suharjo, U.K.J. 2001. Efektivitas Nodulasi *Rhizobium japonicum* Pada Kedelai yang Tumbuh di Tanah Sisa Inokulasi dan Tanah dengan Inokulasi Tambahan. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. Vol.3(1): 31-35.
- Tate, R. L. 1995. Soil microbiology (symbiotic nitrogen fixation). (*John Wiley & Sons, Inc. New York, N.Y.*) pp 307-333.