

Residu Penggunaan Bakteri PGPR Terhadap Rendemen dan Kualitas Kopi Arabika (Coffee Arabica L.)

Mulyono¹, Faidha Rahmi², Sukanto³, Mutuah Ariyusra⁴
^{1,2,3,4}Universitas Gajah Putih, Takengon, Aceh Tengah, Aceh
Korespondensi email: irmulyonomp2@gmail.com

Abstrak

Penggunaan bakteri PGPR mempunyai residu yang dapat memperbaiki rendemen dan kualitas Kopi arabika (*Coffea arabica* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui residu penggunaan bakteri PGPR terhadap rendemen dan kualitas kopi arabika. Penelitian ini dilakukan di lapangan merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan pola non faktor yang terdiri dari Faktor dosis penggunaan bakteri PGPR terdiri dari 3 taraf yaitu: B 0 : Tanpa PGPR, B 1 : 5 ml /l, B 2: 10 ml/l. perlakuan diulang sebanyak 3 kali.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu penggunaan bakteri PGPR berpengaruh nyata terhadap berat buah merah, berat biji hijau dan rendemen kopi serta kualitas kopi, hasil yang terbaik pada perlakuan dosis 10 ml/l (B2).

Kata Kunci: *Bakteri PGPR, Rendemen, Kualitas, Kopi, Buah Merah.*

PENDAHULUAN

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan. Selain sebagai sumber penghasilan rakyat, kopi menjadi komoditas andalan ekspor dan sumber pendapatan devisa negara. Meskipun demikian, komoditas kopi sering mengalami fluktuasi harga sebagai akibat ketidak seimbangan antara permintaan dan persediaan komoditas kopi di pasar dunia (Rahardjo, 2012).

Rendahnya produksi kopi Arabika ini sangat dipengaruhi oleh cara budidaya petani yang belum menerapkan teknologi secara maksimal, diantaranya dipengaruhi oleh pola pemangkasan tanaman kopi. Pemangkasan tanaman kopi berfungsi untuk mengarahkan pertumbuhan tanaman kopi menjadi sehat, kuat, mempunyai keseimbangan antara pertumbuhan vegetatif dan generatif sehingga tanaman lebih produktif (Manurung *et all*, 2012). Tanaman kopi ini bersifat *biennial bearing*, artinya suatu saat akan panen tinggi dan

kemudian akan panen rendah. Pada tahun ketika panennya rendah, biasanya akan menurun 40% dibandingkan dengan panen sebelumnya (panen tinggi) (Sinaga, 2009). Sehingga perlu dan penambahan bahan pupuk baik melalui pupuk kimia atau organik.

Pemanfaatan bakteri juga sangat besar pengaruhnya dalam pengoptimalan produksi kopi dalam hal ini *Plant Growth Promoting Bacteri* (PGPR) merupakan sekumpulan bakteri yang berasal dari *Rhizospere* tanaman dan dapat dipindahkan dari habitat aslinya ke habitat lain baik secara langsung maupun melalui manipulasi terlebih dahulu. Pada habitat baru bakteri ini dapat berfungsi sama baiknya dengan habitat sebelumnya asalkan syarat tumbuh terpenuhi. Mikroorganisme dalam PGPR dapat bermanfaat bagi kesehatan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung melalui berbagai fungsi (Widodo, 2006).

Sebagai kumpulan bakteri tanah, PGPR mempengaruhi tanaman secara langsung melalui kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi *fithothormon* pemacu tumbuh tanaman sehingga memiliki ketahanan terhadap serangan penyebab penyakit (Nelson, 2004).

Sedangkan secara tidak langsung berkaitan dengan kemampuannya menekan aktivitas pathogen dengan menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik bagi penyebab penyakit terutama pathogen t tanah (Samsudin, 2008). Pemindahan bakteri PGPR dari habitat asli ke ke habitat lain dapat berlangsung hidupnya lama, selama kondisi lingkungan di tempat yang baru mendukung persyaratan hidupnya. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut setelah penelitian diadakan sebelumnya, maka penelitian lanjutan dilakukan dengan judul “ Residu Penggunaan Bakteri PGPR Terhadap Rendemen dan Kualitas Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh dan residu bakteri PGPR terhadap rendemen dan kualitas biji kopi Arabika.

Hipotesa

Residu Bakteri PGPR berpengaruh nyata terhadap rendemen dan kualitas biji kopi Arabika.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lapangan di Kampung Pantan Jerik Kecamatan Kute Panang Kabupaten Aceh Tengah dengan ketinggian tempat \pm 1300 m dpl dengan pH tanah 6,6. Pelaksanaan

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian penulis bulan September 2025 sampai bulan Januari 2026, kemudian dilanjutkan pengamatan setelah aplikasi PGPR 5 bulan, yaitu mulai bulan Maret 2023 sampai bulan Juli 2023.

Alat dan Bahan

1. Alat
 - Spayer yang digunakan untuk mengaplikasikan bakteri PGPR
 - kalkulator untuk menghitung data di lapangan,
 - timba untuk mengaduk bahan,
 - alat tulis untuk menghitung data di lapangan,
 - timbangan analitik untuk menimbang berat buah kopi merah dan biji hijau.
2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu:

 - Tanaman kopi yang digunakan sebagai bahan percobaan adalah tanaman kopi jenis tim – tim yang berumur sekitar \pm 5-12 tahun dengan jarak tanam 2,5 x 2,5 meter.
 - Bakteri PGPRdigunakan pada penelitian sebelumnya
 - Air bersih yang akan digunakan untuk penyemprotan pada penelitian sebelumnya

Metode Penelitian

Model matematika yang dipakai, yaitu : Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola non faktor yang terdiri dari Faktor dosis penyemprotan bakteri PGPR yaitu:

B_0 : Tanpa PGPR

B_1 : 5 ml/l

B_2 : 10 ml/l

Perlakuan diulang sebanyak 3 kali, dengan jumlah unit plot perlakuan adalah $3 \times 3 = 9$ plot percobaan. Setiap plot percobaan terdapat 16 tanaman dan setiap plot diambil 4 tanaman sampel dengan jarak tanam 2,5 m x 2,5 m. Kombinasi perlakuan pemangkasan dan penyemprotan bakteri PGPR disajikan pada Tabel 1 :

Tabel 1 .Perlakuan dosis penggunaan bakteri PGPR pada penelitian sebelumnya

No	Perlakuan	Dosis Bakteri PGPR
1	B_0	Tanpa PGPR
2	B_1	5 ml/l
3	B_2	10 ml/l

Model matematika Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola non faktorial yang digunakan adalah (Sastrosupadi, 2007).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + N_k + \sum ik$$

($i = 1,2,3$ $N = 1, 2, 3$)

Dimana :

Y_{ijk} : Nilai Pengamatan untuk ulangan ke-i, faktor N level ke-k
 μ : Nilai tengah umum
 α_i : pengaruh ulangan ke-i
 N_k : Pengaruh faktor naungan ke- k
 \sum_{ijk} : Galat percobaan untuk ulangan ke-i dan faktor N level ke-k

Apabila uji F menunjukkan pengaruh yang nyata maka akan dilakukan dengan uji BNT pada level 5%

Pelaksanaan Penelitian

a. Kebun Sampel

Kebun sampel merupakan kebun Kopi Arabika produktif milik masyarakat di Kampung Pantan Jerik kecamatan Kute Panang Kabupaten Aceh Tengah yang berada pada ketinggian ± 1300 m dpl dengan luas kebun 1 hektar.

b. Penentuan Tanaman Sampel

Kebun yang diteliti sebagai plot percobaan merupakan kebun kopi Arabika milik masyarakat yang memiliki pohon kopi produktif . Tanaman sampel terdiri atas 4 tanaman kopi yang ditengah dari 16 populasi tanaman, dengan Jarak tanam 2,5 m x 2,5 m.

c. Aplikasi Bakteri PGPR

Konsentrasi PGPR yang telah jadi sesuai perlakuan, diaplikasikan ke tanah di sekitar tanaman dan tanaman secara merata dengan jumlah masing masing konsentrasi

yang diberikan 3 liter per tanaman dengan cara disemprot, interval pemberian 15 hari sekali selama 4 kalipemberian.

Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi komponen berat buah merah, jumlah serangan hama bubuk buah, kualitas bentuk buah kopi dan rendemen

1. Berat 1000 buah merah

Berat buah merah ditimbang setelah dilakukan pemetikan buah dengan jumlah buah kopi 1000 buah merah per plot.

2. Berat biji hijau

Berat biji hijau ditimbang setelah dilakukan proses pasca produksi dari buah merah hingga penjemuran dengan kadar air ± 14 %.yang di ambil dari jumlah per plot tanaman kopi

3. Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara berat biji hijau dengan berat gelondong merah untuk menentukan persentase berat bersih kopi. Umumnya persentase rendemen biji kopi arabika berkisar antara 16 % hingga 18 %. Rendemen diperoleh dengan cara menimbang berat bersih biji hijau (*green bean*) menggunakan timbangan analitik kemudian dibandingkan dengan berat gelondongan x 100 % maka diperoleh nilai rendemen.

Dengan rumus rendemen menurut Hartobudoyo (1990) adalah :

$$R = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = Berat biji hijau (green bean) dengan Kadar air 14 %

B= Berat gelondongan (buah merah)

R= Rendemen

4. Mutu Fisik Biji

Mutu fisik biji terdiri atas rendemen biji, satu komponen abnormalitas biji yaitu biji normal, biji bulat, biji segitiga, biji gajah, biji hampa serta biji yang terserang hama bubuk buah. Biji yang diamati biji yang berwarna hijau yang sudah mengkal

Biji yang abnormalitas diperoleh dengan cara mengamati buah yang berwarna hijau dan dilakukan pemotongan melintang setelah didapat jumlah biji abnormal, perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ab = \frac{Ba}{Ta} \times 100 \%$$

Keterangan :

Ab = Persentase Abnormalitas biji

Ba = jumlah buah abnormal

Ta = Total buah sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Penelitian Sebelumnya Pengaruh PGPR pada Rendemen dan Kualitas Kopi Arabik

Tabel 1: Rata-rata berat buah merah pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(g)
Tanpa PGPR (B ₀)	1777,92 a
Dosis 5 ml/l (B ₁)	1801,63 b
Dosis 10 ml/l (B ₂)	1917,94 b
BNT	45,44

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 2 : Rata-rata jumlah biji hijau pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(g)
Tanpa PGPR (B ₀)	312,16 a
Dosis 5 ml/l (B ₁)	316,60 a
Dosis 10 ml/l (B ₂)	347,13 b
BNT	11,01

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 3 : Rata-rata jumlah rendemen pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(%)
-----------	-----------

Tanpa PGPR (B0)	17,54 a
Dosis 5 ml/l (B1)	17,59 a
Dosis 10 ml/l (B2)	18,09 a
BNT	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 4 : Rata-rata kualitas biji pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(%)
Tanpa PGPR (B0)	90,89 a
Dosis 5 ml/l (B1)	87,67 a
Dosis 10 ml/l (B2)	88,33 a
BNT	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

2. Pengaruh Residu Bakteri PGPR Terhadap Rendemen dan kualitas kopi Arabika

1. Buah Merah

Rata-rata berat buah merah pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR dengan dosis yang berbeda. Uji F pada analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap

berat buah merah pada tanaman kopi Arabika. pada tabel 1.

Rata-rata berat buah merah pada tiap perlakuan pemberian PGPR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Rata-rata berat buah merah pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(g)
Tanpa PGPR (B0)	2467,92 a
Dosis 5 ml/l (B1)	2791,63 b
Dosis 10 ml/l (B2)	3717,94 c
BNT	44,44

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 1 menunjukkan bahwa, rata-rata berat buah merah akibat residu pemberian bakteri PGPR pada perlakuan tanpa PGPR (B₀) pada tanaman kopi Arabika berbeda nyata dengan dosis PGPR 5 ml/l (B₁) dan berbeda nyata dengan dosis PGPR 10 ml/l (B₂).

Dari data tabel 1 di atas menunjukkan bahwa angka terendah terdapat pada perlakuan tanpa pemberian bakteri PGPR (B₀) dan angka tertinggi terdapat pada tanaman kopi dengan dosis PGPR 10 ml/l (B₂). Hal ini disebabkan karena dosis PGPR yang di berikan ke tanah cukup untuk memenuhi kebutuhan

tanaman kopi, Pada tanaman kopi tanpa PGPR (B₀) hara yang terdapat pada tanah tidak cukup tersedia bagi tanaman sehingga menyebabkan kurangnya pasokan nutrisi yang cukup bagi pembentukan buah.

Ketersediaan hara yang terdapat pada tanah berbeda-beda, seperti nitrogen sebagai unsur hara makro dapat dengan mudah di dapatkan tetapi tanaman yang terlalu banyak mengandung nitrogen biasanya pertumbuhan daun lebat dan sistem perakaran yang kerdil sehingga rasio tajuk dan akar tinggi, akibatnya pembentukan bunga atau buah akan lambat, kualitas buah menurun, dan pemasakan buah terhambat. Selain itu kelebihan unsur nitrogen akan memperpanjang masa pertumbuhan vegetatif, melemahkan batang, dan mengurangi daya tahan tanaman terhadap penyakit (Foth, 1998).

PGPR berpengaruh terhadap tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruhnya secara langsung adalah kemampuannya menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai macam unsur hara dan mengubah konsentrasi fithothormon pemacu tumbuh. sementara keuntungan tidak langsungnya adalah kemampuannya menekan aktifitas patogen dengan menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik. PGPR juga dapat melarutkan unsur P dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman

yang notabeneanya sulit diserap langsung oleh perakaran tanaman (*Anonymous*, 2015).

2. Biji Hijau

Rata-rata berat biji hijau pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR dengan dosis yang berbeda. Uji F pada analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap berat biji hijau pada tanaman kopi Arabika. pada tabel 2.

Rata-rata berat biji hijau pada tiap perlakuan akibat residu pemberian PGPR dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 : Rata-rata berat biji hijau pada tanaman kopi Arabika akibat residu pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(g)
Tanpa PGPR (B ₀)	313,15 a
Dosis 5 ml/l (B ₁)	416,61 b
Dosis 10 ml/l (B ₂)	497,15 c
BNT	11,08

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 2 menunjukkan bahwa, rata-rata berat biji hijau akibat residu pemberian PGPR, tanpa PGPR (B₀) pada tanaman kopi

berbeda nyata dengan pemberian PGPR 5 ml/l (B₁) dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis PGPR 10 ml/l (B₂) juga perlakuan ini merupakan hasil biji hijau yang berat tertinggi.

Angka tertinggi terdapat pada tanaman kopi Arabika dengan perlakuan dosis PGPR 10 ml/l (B₂) dan angka terendah terdapat pada tanaman kopi Arabika dengan tanpa dosis PGPR (B₀). Hal ini terjadi karena pemanfaatan bakteri PGPR mempengaruhi tingkat kesuburan tanah.

Secara garis besar yang dimaksud dengan tanah subur adalah kondisi atau keadaan dan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman dengan berbagai komponen yang terkandung di dalamnya seperti biologi, kimiawi serta fisika (anonymous, 2010)

Kemampuan PGPR dalam mengolah serta menyediakan hara bagi tanaman merupakan faktor penting dalam pengembangan budidaya secara organik tanpa merusak struktur tanah, PGPR sebagai komponen biologi ataupun organisme hidup merupakan faktor penting yang meningkatkan biji hijau pas atanaman kopi.

3. Rendemen

Rata-rata rendemen pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR dengan dosis yang berbeda, dan Uji F pada analisis sidik ragam menunjukkan bahwa

pemberian bakteri PGPR berpengaruh nyata terhadap rendemen kopi Arabika. pada tabel 3.

Tabel 3 : Rata-rata rendemen pada tanaman kopi Arabika akibat residu pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(%)
Tanpa PGPR (B ₀)	19,24 a
Dosis 5 ml/l (B ₁)	27,51 b
Dosis 10 ml/l (B ₂)	48,02 c
BNT	43.32

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 3 menunjukkan rata-rata rendemen akibat pemberian bakteri PGPR. Perlakuan tanpa PGPR (B₀) pada tanaman kopi Arabika berbeda nyata dengan dosis PGPR 5 ml/l (B₁) dan dosis PGPR 10 ml/l (B₂).

Rendemen kopi arabika berpengaruh nyata akibat residu pemberian bakteri PGPR, hal ini karena pemberian bakteri PGPR dapat menekan serangan hama PBKo sehingga kualitas buah kopi lebih baik. PGPR adalah sejenis bakteri yang hidup di sekitar perakaran tanaman dan bakteri tersebut hidupnya secara berkoloni menyelimuti akar tanaman serta bagi tanaman keberadaan mikroorganisme ini akan sangat baik sehingga semakin lama

bakteri ini semakin banyak berkembang disekitar perakaran, dengan demikian bakteri dapat melarutkan unsur unsur hara yang sukar laru seperti unsur P (McMillan, S. 2007)

Bakteri ini memberi keuntungan dalam proses fisiologi tanaman dan pertumbuhannya. Akar adalah sumber kehidupan, disana terjadi pertukaran udara, unsur unsur unsur hara, dekomposisi, dan lain-lain (*Anonymous*, 2015).

4. Kualitas Biji

Rata-rata kualitas biji pada tanaman kopi Arabika akibat pemberian bakteri PGPR dengan dosis yang berbeda dan Uji F pada analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri PGPR berpengaruh nyata terhadap kualitas biji pada tanaman kopi arabika. pada tabel 4.

Rata-rata kualitas biji pada tiap perlakuan akibat pemberian PGPR dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 : Rata-rata kualitas biji pada tanaman kopi Arabika akibat residu pemberian bakteri PGPR

Perlakuan	Rerata(%)
Tanpa PGPR (B ₀)	70,69 a
Dosis 5 ml/l (B ₁)	87,57 b
Dosis 10 ml/l (B ₂)	89,34 c
BNT	9,01

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom

yang sama berbeda pada taraf peluang 5 % uji (BNT)

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian bakteri PGPR berbeda nyata tanpa PGPR (B₀) dengan Dosis 5 ml/l (B₁) serta Dosis 10 ml/l (B₂) terhadap kualitas biji pada setiap perlakuannya. Hal ini disebabkan adanya perkembangan bakteri PGPR semakin banyak dibandingkan pada pengamatan pada penelitian sebelumnya sehingga meningkatnya kualitas biji kopi. Pemberian PGPR mempengaruhi kualitas biji disebabkan karena PGPR berfungsi sebagai penyumbang unsur dan sebagai pelarut yang sukar larut bagi tanaman juga mampu memacu pertumbuhan dan fisiologi akar serta mampu mengurangi penyakit atau kerusakan oleh serangga. Fungsi lainnya yaitu sebagai tambahan bahan organik dan mempercepat proses pengomposan (Irmawan, D. E., 2008).

Kesimpulan

Pemberian bakteri PGPR berpengaruh sangat nyata pada berat buah merah, berat biji hijau dan rendemen kopi serta kualitas biji, hasil yang terbaik pada perlakuan dosis 10 ml/l (B₂). Nampak dari data penelitian sebelumnya bahwa residu pemberian PGPR semakin baik hasilnya di bandingkan dengan penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous*, 2015, Fungsi PGPR dan Cara membuat PGPR serta aplikasi ke tanaman. From : <https://indonesiabertanam.com/2015/01/05/fungsi-pgpr-dan-cara-membuat-pgpr-serta-aplikasi-ke-tanaman/> 20 maret 2017
- Irmawan, D. E., 2008. Bakteri rhizosfer pemacu pertumbuhan (PGPR). <http://1.bp.blogspot.com/1fnjgoehuww/thrmwedqdoi/aaaaaaakja/mcj6dfzmbb8/s1600/zat%2btu mbuh%2bpertumbuhan.jpg>. 20 Maret 2017
- McMillan, S. 2007. Promoting Growth with PGPR. Soil Foodweb. Canada Ltd. Soil Biology Laboratory and Learning Centre.
- Manurung M, Khalid, Sukanto, Purbayani. D, Armia, 2012. Upaya Peningkatan Produksi dan Kualitas Kopi Arabika Gayo Yang Berkelanjutan
- Nelson, L. M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for net inoculants. Online. *Crop Management doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV*.
- Rahardjo. P. 2012. Panduan Budi Daya Dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar swadaya. Jakarta
- Sinaga A S, 2009. Perbedaan Karakteristik Sosial-Ekonomi, Sumber Informasi Dan Pendapatan Petani Kopi Arabika Dengan Petani Kopi Robusta, skipsi Strata satu, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan
- Samsudin. 2008. pengendalian hama dengan insektisida botani. www.pertaniansehat.or.id
- Widodo. 2006. Peran mikroba bermanfaat dalam pengelolaan terpadu hama dan penyakit tanaman. *Makalah* disampaikan pada Apresiasi Penanggulangan OPT Tanaman Sayuran, Nganjuk, 3–6 Oktober 2006.