

# Boron dalam Tanah dan Nutrisi Tanaman

Panduan Praktis  
Pemupukan Boron



**U.S. BORAX:  
PERUSAHAAN  
TERKEMUKA  
DALAM SAINS DAN  
PEMUPUKAN BORAT**





## Tentang Boron

Boron (B) merupakan salah satu dari tujuh unsur hara mikronutrien esensial yang sangat penting dalam pemupukan dan juga produksi buah dan biji. Defisiensi unsur boron merupakan kasus defisiensi unsur hara mikronutrien yang paling banyak dijumpai hampir pada semua tanaman utama yang ditanam di seluruh dunia.

### Tentang U.S. BORAX

U.S. Borax, anak perusahaan Rio Tinto, merupakan perusahaan terkemuka dalam sains dan pemupukan borat. Perusahaan ini menjadi garda terdepan dalam penelitian unsur hara mikronutrien pada tanaman sejak 1940, dan menawarkan produk berkualitas yang didukung oleh para ahli teknis global, kepastian pasokan, dan layanan pelanggan yang komprehensif.

### Tentang Produk Kami

U.S. Borax hanya menambang dan memurnikan boron berkualitas tinggi, bebas dari kontaminan yang tidak diinginkan, untuk menghasilkan kadar boron yang tepat untuk semua tanaman, tanah, iklim, dan metode aplikasi:

- *Anhybor*<sup>®</sup>: Tergantung pada kelasnya, *Anhybor* dapat digunakan untuk memproduksi pupuk majemuk yang diperkaya boron atau untuk melapisi produk pupuk yang berbeda, seperti NPK campur dengan bantuan bahan perekat
- *Fertibor*<sup>®</sup>: Borat kristal halus yang ideal untuk pupuk majemuk NPK dan pupuk larutan suspensi
- *Granubor*<sup>®</sup>: Diproduksi khusus untuk pencampur massal, *Granubor* membantu memastikan campuran nutrisi yang merata dan distribusi yang baik di lahan
- *Liquibor*<sup>®</sup>: Kemudahan penerapan pupuk boron cair langsung ke lahan, tanpa perlu mengukur atau mencampur pupuk
- *Solubor*<sup>®</sup>: Bubuk konsentrat, sangat mudah larut yang ideal digunakan untuk pupuk melalui daun dan semprotan lainnya
- *Solubor Flow*: Pertama dan satu-satunya cairan suspensi mikrokristal natrium borat
- *Zincubor*<sup>®</sup>: Karena defisiensi seng dan boron banyak terjadi di seluruh dunia, produk dengan kedua nutrisi tersebut sangat cocok di banyak wilayah

## Pengantar

Kebutuhan boron sebagai unsur hara dalam produksi tanaman pertama kali diteliti oleh Katherine Warington pada Tahun 1923<sup>84</sup>. Sejak itu, banyak penelitian terkait B sebagai nutrisi tanaman dipublikasikan

Tanah berperan penting dalam menentukan ketersediaan B bagi tanaman, yang dipengaruhi oleh:

- pH
- Kandungan bahan organik
- Kandungan besi, aluminium oksida, dan mineral liat
- Permeabilitas
- Menjaga kelembaban

Pengetahuan tentang jenis tanah lokal beserta dengan faktor-faktornya adalah langkah awal dalam mengenali kebutuhan B. Sebagai tambahan, spesies tanaman yang berbeda menunjukkan kebutuhan B yang bervariasi dan dapat bereaksi berbeda terhadap kadar B yang tinggi atau rendah dalam tanah.

Tanah yang mengalami defisiensi B telah dilaporkan di seluruh dunia, umumnya di wilayah dengan curah hujan tahunan lebih dari 35" (89 cm). Selain itu, konsentrasi boron yang rendah ditemukan di tanah yang:

- Memiliki konsentrasi bahan organik yang rendah
- Bersifat masam dan berpasir
- Berada di daerah dengan kelembaban tinggi

Di wilayah ini, respons paling konsisten terhadap pemupukan B ditunjukkan pada tanah bertekstur kasar dengan kandungan bahan organik rendah, dan pada tanah masam yang baru saja diberi kapur di seluruh kisaran tekstur tanah.

Sebagian besar tanaman buah dan sayuran agronomis yang penting secara ekonomis menunjukkan respons terhadap pemberian B. Secara historis, tanaman yang paling responsif terhadap pemupukan B meliputi alfalfa, cengkeh, kapas, mangold, rapeseed (kanola), bit gula, bunga matahari, apel, asparagus, kubis, kembang kol, seledri, brokoli, kubis Brussel, kale, pir, lobak, bit merah, bayam, dan lobak. Yang paling tidak responsif adalah tanaman rerumputan dan sereal.

Publikasi ini akan mengulas peran B dalam nutrisi tanaman serta faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan B dalam tanah. Solusi praktis untuk mendiagnosis defisiensi B dan menggunakan pupuk B juga dapat ditinjau di publikasi ini. Pengetahuan tentang kebutuhan B untuk tanaman dan jenis tanah, ditambah dengan analisis kimia tanah dan tanah secara rutin, menawarkan sarana untuk menilai kebutuhan B dan menggunakan pupuk B untuk kinerja terbaik. Metode dan dosis yang disarankan untuk pemberian pupuk B dicantumkan untuk berbagai tanaman budidaya, hortikultura, dan hias

Informasi lebih lanjut dan nilai interaktif dalam kalkulator dapat dilihat di situs web: <https://agriculture.borax.com/>



# Daftar Isi

6	BORON DALAM NUTRISI TANAMAN	20	METODE PENGGUNAAN BORON
6	Fungsi B dalam jaringan tanaman	20	Penambahan selama manufaktur
6	Struktur dinding sel	21	Pencampuran massal
6	Fungsi membran	21	Pencampuran dengan pupuk cair
6	Pembelahan sel	21	Penggunaan pupuk daun semprot
6	Regulasi hormon tanaman	21	Metode lainnya
7	Pembentukan bunga dan buah		
7	Kerentanan berbagai spesies terhadap defisiensi boron	22	REFERENSI
8	REAKSI BORON DALAM TANAH	26	TANAMAN – GEJALA DAN TINGKAT PEMBERIAN
8	Tekstur tanah	26	Tanaman Bahan Minuman
8	pH tanah dan pengapuran	28	Pohon Pelindung untuk Teh
8	Bahan organik tanah	28	Sereal dan Tebu
9	Aktivitas mikroba tanah	29	Tanaman Obat, Fumitoria, dan Mastikator
9	Pengolahan tanah	31	Tanaman Serat
9	Kondisi kekeringan	32	Bunga dan Tanaman Hias
9	Ringkasan	34	Tanaman pakan ternak
		37	Tanaman Buah dan Kacang
		41	Tanaman Penghasil Minyak
10	MOBILITAS BORON DALAM JARINGAN TANAMAN	44	Tanaman Akar dan Umbi
11	Diagnosis defisiensi B berdasarkan mobilitas atau imobilitas B pada tanaman	46	Pohon dan Tanaman Penutup Tanah
11	Koreksi defisiensi B berdasarkan mobilitas atau imobilitas B pada tanaman	48	Tanaman Sayuran
12	DIAGNOSIS DEFISIENSI BORON	53	FAQ TERKAIT BORON DAN MIKRONUTRIEN
12	Gejala defisiensi B yang terlihat	56	INDEKS TANAMAN
12	Karakteristik dasar defisiensi	59	NAMA BOTANI
15	Interpretasi uji tanah		
15	Interpretasi analisis tanaman		



# Boron dalam Nutrisi Tanaman

## Fungsi B dalam jaringan tanaman

Boron (B) diperlukan untuk pertumbuhan semua tanaman. Nutrisi B yang memadai sangat penting untuk hasil dan kualitas panen yang tinggi. Defisiensi B mengakibatkan banyak perubahan anatomis, biokimiawi, dan fisiologis pada tanaman.

Penelitian yang telah ada dan sedang berlangsung menunjukkan bahwa boron memainkan peran penting dalam hal berikut:

### Struktur dinding sel

Boron dan kalsium (Ca) berperan pada struktur dinding sel. B juga berperan dalam perpindahan Ca ke dalam tanaman dan nutrisi Ca normal pada tumbuhan dan hewan. Terdapat kesamaan antara perkembangan tulang pada hewan dan perkembangan dinding sel pada tumbuhan. Misalnya, "kopong" pada kacang tanah dapat terjadi ketika defisiensi B membatasi pergerakan Ca, perkembangan dinding sel normal, dan pembelahan sel.

### Fungsi membran

Boron memainkan peran penting dalam integritas membran plasma. Tanaman dengan nutrisi B yang mencukupi memiliki kontrol membran plasma yang baik, sedangkan defisiensi B mengurangi permeabilitas membran plasma dan aliran air pada tanaman.

## Pembelahan sel

Boron sangat penting di bagian tanaman yang tumbuh aktif, seperti ujung akar serta dalam pertumbuhan daun dan kuncup baru. Hal ini melibatkan jaringan meristematik (tumbuh) pada tanaman atau sel yang membelah dengan cepat, memungkinkan pertumbuhan tanaman terjadi.

Kekurangan B paling sering ditandai dengan perubahan struktur tanaman di daerah yang tumbuh aktif tersebut.

Boron menjaga kesehatan jaringan konduktif dan parenkim, yang diperlukan untuk mengangkut air, nutrisi, dan senyawa organik ke bagian tanaman yang tumbuh secara aktif. Rosetting atau kekerdilan tanaman—gejala defisiensi B yang umum terjadi—disebabkan oleh penurunan jumlah sel di daerah pertumbuhan apikal (atas) alfalfa, cengkeh, dan kacang-kacangan lainnya, misalnya.

## Regulasi hormon tanaman

Hormon tumbuhan, seperti halnya hormon pada hewan, mengatur banyak fungsi pertumbuhan dan reproduksi. Hormon memengaruhi berbagai fungsi pada tumbuhan, misalnya inisiasi bunga, perkembangan buah, dinding sel dan pembentukan jaringan, serta pemanjangan akar. Boron berperan penting dalam mengatur kadar hormon pada tanaman.

### Pembentukan bunga dan buah

Kebutuhan B untuk pertumbuhan reproduktif jauh lebih tinggi daripada pertumbuhan vegetatif pada kebanyakan spesies tanaman. Boron meningkatkan produksi dan retensi bunga, pemanjangan tabung serbuk sari dan perkecambahan, serta perkembangan biji dan buah. Kekurangan B dapat menyebabkan penyerbukan tidak sempurna pada jagung atau menghambat pembentukan polong maksimum pada kedelai, misalnya.

Boron memiliki pengaruh yang signifikan dalam perkecambahan dan pertumbuhan tabung serbuk sari. Viabilitas serbuk sari juga menurun ketika defisiensi B terjadi. Hasil panen beberapa spesies tanpa gejala defisiensi B yang terlihat dapat ditingkatkan dengan pemberian B pada daun. Produksi buah-buahan, kacang-kacangan, dan benih tanaman lebih terpengaruh daripada pertumbuhan vegetatif ketika kadar B yang tersedia di tanah rendah. Defisiensi B meningkatkan kerontokan kuncup dan bunga, mengakibatkan

penurunan yang signifikan pada pembentukan biji dan buah, dan juga pada kualitas buah, kacang-kacangan, dan biji yang sedang berkembang.

### Kerentanan berbagai spesies terhadap defisiensi boron

Dibandingkan legum dan beberapa tanaman sayuran, sereal dan rerumputan kurang sensitif terhadap kadar B dalam tanah yang rendah. Perbedaan kebutuhan B di antara spesies mungkin terkait dengan perbedaan komposisi dinding sel. Konsentrasi defisiensi kritis B tiga sampai empat kali lebih besar untuk daun yang lebih muda daripada yang lebih tua pada tumbuhan dikotil seperti alfalfa dan kedelai—indikasi imobilitas B pada spesies ini.

Kerentanan spesies tanaman terhadap defisiensi B sangat bervariasi. Pengetahuan tentang perbedaan ini dapat digunakan untuk mendiagnosis kemungkinan defisiensi B pada berbagai tanaman. Tabel berikut menilai sejumlah spesies tanaman sebagai rentan, cukup rentan, atau toleran.

## Kerentanan Relatif Berbagai Tanaman terhadap Defisiensi Boron

Rentan		Cukup Rentan		Toleran
Alfalfa	Caisim	Pisang	Flaks	Barli
Apel	Kelapa sawit	Kubis brussel	Hop	Buncis
Brokoli	Rapa	Kubis	Pepaya	Rerumputan
Kanola	Zaitun	Sawi hijau	Pir	Oat
Anyelir	Kacang tanah	Jeruk	Popi	Kacang polong
Wortel	Pinus	Cengkih	Kentang	Nanas
Kembang kol	Bit merah	Kakao	Teh	Padi
Seledri	Rutabaga	Kelapa	Tembakau	Karet
Krisan	Bit gula	Jagung	Tomat	Gandum Hitam
Kopi	Bunga matahari			Kedelai
Kapas	Swede			Stroberi
Eukaliptus	Lobak			Tebu
Anggur				Gandum



**BORON MENINGKATKAN  
PRODUKSI DAN  
RETENSI BUNGA**



# Reaksi Boron dalam tanah

Defisiensi B pada tanaman terutama ditemukan di tanah dengan kandungan bahan organik rendah dan di tanah berpasir yang asam di daerah lembap. Kondisi umum ini terutama disebabkan oleh reaksi kimia bentuk B yang paling umum dalam tanah— $H_3BO_3$  atau  $B(OH)_3$ —dengan berbagai komponen tanah. Ion borat sangat mudah bereaksi; mobilitasnya dalam tanah sedikit di bawah ion nitrat.

Reaksi di tanah yang dapat memengaruhi ketersediaan boron untuk tanaman sangat bervariasi. Faktor-faktor utama pada tanah yang memengaruhi ketersediaan B adalah sebagai berikut:

## Tekstur tanah

Tanah berpasir yang mudah mengalirkan air di wilayah dengan curah hujan tinggi atau daerah irigasi kemungkinan besar kekurangan B karena potensi pelindiannya yang lebih besar. Tanah ini mungkin membutuhkan pemupukan B yang lebih sering. Namun, jika lapisan tanah bertekstur halus (kandungan tanah liat lebih tinggi) di bawah permukaan berpasir, pemberian B yang lebih jarang mungkin diperlukan. Total kandungan B biasanya paling tinggi di tanah lempung, tetapi ketersediaan pada tanaman mungkin rendah di tanah ini karena B menempel kuat di permukaan lempung.

## pH tanah dan penggampingan tanah

Ketersediaan B bagi tanaman umumnya menurun seiring meningkatnya pH tanah, terutama di atas pH 6,5. Namun, tanah asam kuat (pH tanah kurang dari 5,0) juga cenderung rendah B karena penyerapan B ke permukaan besi dan aluminium oksida dari mineral tanah.

Beberapa tanaman dengan kebutuhan B yang tinggi, misalnya alfalfa, juga membutuhkan pH tanah di atas 6,5 untuk pertumbuhan optimal. Dalam situasi ini, penggampingan tanah mungkin diperlukan. Namun, penggampingan berlebihan pada tanah asam sering kali mengakibatkan defisiensi B sementara, terutama ketika penggampingan ke tingkat pH di atas 7,0.

## Kandungan bahan organik tanah

Sebagian besar B yang ada dalam tanah ditemukan dalam bahan organik. Bahan organik bereaksi dengan B untuk menghilangkannya dari larutan tanah ketika kadarnya tinggi setelah pemupukan B. Bahan organik tanah harus didekomposisi untuk melepaskan B kompleks, sehingga kondisi seperti cuaca dingin, cuaca basah atau cuaca panas dan kering—yang menurunkan laju penguraian bahan organik—akan mengurangi kandungan B dalam tanah.

Saat bahan organik tanah terurai, B kembali dilepaskan ke larutan tanah. Ini membantu menjaga kadar B yang memadai ketika larutan B hilang karena penyerapan oleh tanaman atau pembilasan. Tanah dengan kandungan bahan organik rendah memiliki kapasitas pemberian B yang berkurang dan biasanya akan membutuhkan pemupukan B yang lebih sering pada tingkat aplikasi yang lebih rendah.

#### Aktivitas mikroba tanah

Mikroorganisme menguraikan bahan organik tanah, sehingga B yang tersedia bagi tanaman dilepaskan dari senyawa kompleks organik. Kondisi yang mendukung peningkatan aktivitas mikroba adalah tanah yang hangat dan lembap dengan aerasi yang memadai. Kondisi tanah yang menghambat aktivitas mikroba optimal adalah kondisi kekeringan, tanah yang dingin dan basah, serta tanah yang kurang subur (aerasi buruk).

#### Pengolahan tanah

Boron umumnya lebih mudah diserap akar tanaman ketika permukaan tanah diolah. Pengolahan tanah memungkinkan pencampuran tanah serta meningkatkan aerasi dan drainase. Kondisi ini optimal untuk penguraian bahan organik, yang melepaskan B. Saat sistem produksi tanaman beralih ke pengurangan pengolahan tanah atau tanpa pengolahan, bahan organik akan terakumulasi pada atau di dekat permukaan tanah dan mungkin tidak terurai dengan cepat. Ketersediaan B akan menjadi lebih tergantung pada kondisi kelembapan permukaan, dan pengelolaan pupuk mungkin menjadi lebih penting.

#### Kondisi kekeringan

Selama periode kekeringan, tanah lapisan atas mengering sehingga akar tanaman tidak dapat mendapatkan nutrisi dari lapisan tanah paling atas di mana sebagian besar B tersedia. Cuaca kering juga membatasi ketersediaan B dengan membatasi aliran air, yang membawa B dalam larutan ke akar tanaman.

Beberapa lapisan tanah mungkin mengandung B yang telah meresap dari tanah permukaan, terutama setelah penggunaan pupuk B jangka panjang. Selama kekeringan, akar tanaman dapat tumbuh lebih dalam ke lapisan tanah bawah sehingga memperoleh cukup unsur B untuk pertumbuhan dan perkembangan yang berkelanjutan.

#### Ringkasan

Defisiensi B ditemukan terutama di tanah dengan kandungan bahan organik rendah, serta tanah berpasir yang asam—terutama di daerah lembap di mana pembilasan dapat terjadi. Pemahaman tentang reaksi B di tanah akan membantu memperkirakan di mana kekurangan B paling mungkin terjadi.

Hasil uji tanah untuk kandungan B akan memberikan status B tanah di lahan tertentu. Terapkan dosis yang direkomendasikan jika kadar B yang tersedia rendah atau marginal, terutama untuk tanaman dengan kebutuhan B yang tinggi, seperti alfalfa.





# Mobilitas boron dalam jaringan tanaman

Boron diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif baru dan perkembangan reproduksi pada tanaman. Oleh karena itu, B harus tetap tersedia untuk diserap tanaman selama seluruh periode pertumbuhan, kecuali B dapat berpindah dari jaringan yang lebih tua ke jaringan baru. Penyerapan B oleh tanaman adalah proses pasif (non-metabolik) dan B diangkut dalam pembuluh xilem (aliran transpirasi) dari semua spesies tanaman. Akibatnya, B beredar dalam sistem xilem semua tumbuhan.

Sudah menjadi pengetahuan umum bahwa B adalah nutrisi tidak bergerak dalam jaringan floem tanaman. Setelah terserap ke dalam jaringan tertentu, seperti daun, B tidak dapat dimobilisasi ulang untuk memasok kebutuhan jaringan tanaman lainnya. Namun, hasil penelitian Dr. PH Brown dan rekan dari University of California, Davis, menunjukkan bahwa mobilitas floem B sangat bervariasi antara spesies tanaman<sup>9</sup>.

Hasil ini menunjukkan bahwa B bergerak pada semua spesies tanaman yang menggunakan gula sederhana (dikenal sebagai poliol) sebagai senyawa utama dalam proses fotosintesis. Boron membentuk kompleks dengan poliol ini dan diangkut dalam jaringan floem ke area tumbuh aktif di tanaman.

Namun, pada spesies tanaman yang tidak menghasilkan jumlah poliol yang signifikan, B tidak dapat masuk kembali ke aliran floem setelah diangkut ke jaringan daun dalam aliran

transpirasi (jaringan xilem). B ini cenderung terakumulasi di daun. Boron tidak bergerak pada spesies-spesies ini.

Bukti mobilitas atau imobilitas floem juga dapat ditemukan dengan mempelajari distribusi B dalam jaringan yang berbeda dari spesies tertentu. Misalnya, pada kondisi di lahan, pistacio dan walnut mengandung konsentrasi B tertinggi di daun dan konsentrasi B terendah dalam buah dan biji. Hal ini menunjukkan bahwa B dari daun tersebut tidak bertranslokasi ke buah dan biji spesies tersebut. Sebaliknya, pohon almond dan apel masing-masing memiliki konsentrasi B tertinggi di kulit dan buahnya, dengan konsentrasi B jauh lebih rendah di daunnya.

Konsentrasi B pada daun dengan umur yang berbeda pada tanaman yang sama juga membuktikan mobilitas B. Konsentrasi B yang lebih tinggi pada daun basal (tua) dibandingkan dengan daun apikal (muda) menunjukkan imobilitas B. Sebaliknya, konsentrasi B yang lebih tinggi pada daun yang lebih muda menunjukkan mobilitas B, karena daun yang lebih muda mengeluarkan lebih sedikit air daripada daun yang lebih tua.

Tabel 1 merangkum pengetahuan terkini tentang pengelompokan tanaman agronomi, sayuran, dan hortikultura sebagai B-bergerak atau B-tidak bergerak. Sebagian besar tanaman agronomi dan beberapa sayuran termasuk spesies dengan B-tidak bergerak. Namun, relatif lebih banyak

spesies tanaman buah dan kacang-kacangan yang memiliki karakteristik B-bergerak. Jelas, diperlukan studi untuk mempelajari semua spesies tanaman yang penting secara ekonomi sehubungan dengan mobilitas B. Pengetahuan tersebut akan meningkatkan kemampuan petani untuk mendiagnosis defisiensi B dan menggunakan metode yang paling efektif untuk menggunakan pupuk B demi hasil panen yang optimal.

#### Diagnosis defisiensi B berdasarkan mobilitas atau imobilitas B pada tanaman

Pengetahuan tentang mobilitas atau imobilitas B pada berbagai jenis tumbuhan penting dalam menginterpretasikan hasil analisis tumbuhan. Boron terakumulasi di daun yang lebih tua dari spesies dengan karakteristik B-tidak bergerak. Oleh karena itu, jangan mengambil sampel daun yang baru dewasa atau daun yang berkembang penuh untuk mendiagnosis defisiensi pada spesies ini. Alasannya adalah daun-daun ini mungkin tidak mencerminkan status B dari jaringan yang sedang tumbuh, di mana pasokan B yang konstan sangatlah penting. Diagnosis defisiensi B pada spesies B-tidak bergerak hanya dapat dilakukan dengan mengambil sampel jaringan yang sedang tumbuh.

Sebaliknya, pengambilan sampel daun dewasa spesies B-bergerak untuk mendiagnosis defisiensi B adalah langkah yang tepat. Kandungan B pada daun dewasa mencerminkan status B seluruh tanaman, termasuk jaringan muda yang aktif tumbuh. Pada spesies ini, penurunan penyerapan B tidak akan memengaruhi jaringan yang sedang tumbuh sampai suplai B terlarut dari jaringan dewasa telah habis melalui translokasi ke jaringan yang lebih muda.

#### Koreksi defisiensi B berdasarkan mobilitas atau imobilitas B pada tanaman

Pada spesies dengan B-tidak bergerak, B yang diaplikasikan melalui daun tidak mengalami translokasi dari lokasi pemberian pupuk. B ini tidak dapat memenuhi kebutuhan jaringan yang belum terbentuk.

Oleh karena itu, B harus diberikan langsung ke jaringan yang sedang berkembang, seperti kuncup bunga dan bunga, untuk memastikan suplai yang cukup selama perkembangannya.

Sebaliknya, semprotan daun *Solubor* dapat diberikan pada tanaman B-bergerak setiap kali muncul daun fungsional.

B yang diberikan dapat memperbaiki defisiensi yang terjadi dan juga memasok B untuk bunga dan jaringan buah yang sedang tumbuh.

Manfaat aplikasi B pada daun untuk fruit set telah diamati pada spesies pohon B-bergerak seperti almond

Tabel 1:

#### Mobilitas atau imobilitas boron pada beberapa tanaman agronomi dan hortikultura

B – tidak bergerak	B - bergerak
<b>Tanaman Agronomi</b> Alfalfa Jagung Kapas Kacang tanah Sorgum Tembakau Gandum	<b>Tanaman Agronomi</b> Kanola (terbatas)
<b>Sayuran</b> Buncis Selada Kentang Tomat	<b>Sayuran</b> Asparagus Buncis Brokoli Wortel Kembang kol Seledri Bawang Kacang polong Lobak putih Rutabaga
<b>Pohon dan tanaman merambat</b> Buah tin Pecan Pistacio Stroberi Walnut	<b>Pohon dan tanaman merambat</b> Almon Apel Aprikot Ceri Kopi Anggur Biwa Nektarin Zaitun Persik Pir Plum Delima



# Diagnosis Defisiensi Boron

## Gejala defisiensi B yang tampak

Gejala defisiensi B menjadi jelas ketika terjadi defisiensi akut. Pada titik ini, pertumbuhan dan hasil panen mungkin sangat terbatas. Untuk tanaman yang tidak tercantum, gejala defisiensi B secara umum meliputi:

## Karakteristik dasar defisiensi

- Bagian yang pertama terkena dampak adalah daun termuda. Daun cacat, tebal, rapuh, dan kecil, tetapi jarang menunjukkan klorosis—bahkan, sering kali daun berwarna hijau gelap.
- Batangnya pendek, tanaman yang terkena dampak parah cenderung terlihat “menyusut”
- Bentuk tanaman menjadi menyerupai semak
- Muncul meristem apikal yang juga akan menunjukkan gejala. Bentuk tanaman menjadi menyerupai semak
- Bercak nekrotik dan berair muncul di jaringan penyimpanan
- Retak dan pecah terjadi pada tangkai daun, batang, dan terkadang buah.
- Pembentukan buah tidak teratur akibat pembuahan yang tidak sempurna. Buah kemungkinan cacat
- Bentuk daun cenderung lebih sederhana. Pertumbuhan akar terganggu

Selalu konfirmasi diagnosis dari gejala yang tampak dengan hasil uji tanah dan analisis jaringan tanaman.



*Tongkol pendek dan bengkok, perkembangan biji yang buruk, dan tongkol tidak berbiji adalah tanda-tanda defisiensi boron pada jagung.*

## Gejala Defisiensi B yang Tampak pada Tanaman

Tanaman Ladang	Gejala yang Tampak
Alfalfa	Tunas terminal mati, rosetting, pucuk kuning, bunga sedikit, dan isi polong jelek.
Kanola	Daun terdistorsi. Kepala benih kosong atau terisi sebagian.
Cengkih	Postur, pertumbuhan, dan warna yang buruk. Menurunnya pembentukan bunga dan pembentukan biji. Daun mengatup, mengerut, dan menjadi rapuh.
Jagung (pakan dan manis)	Tongkol pendek dan bengkok, tongkol tidak berbiji, tangkai kosong, perkembangan biji yang buruk, garis memanjang, berair atau transparan kemudian menjadi putih pada daun yang baru terbentuk, titik tumbuh mati.
Kapas	Gugurnya kuncup bunga pertama dan buah muda, luka pada pangkal kuncup bunga, keluarnya cairan gelap dari luka, perubahan warna internal di pangkal buah, buah setengah terbuka, daun hijau sampai beku.
Kacang kering	Klorosis interveinal daun. Tampilan menyerupai semak.
Kacang tanah	Area gelap dan berlubang di tengah kacang, yang disebut "hati berongga".
Kentang	Tanaman tampak menyerupai semak. Daun menebal dan tepinya melengkung ke atas.
Sorgum	Daun sempit dan berwarna abu-abu dengan garis-garis transparan berair. Kepala benih kosong.
Kedelai	Daun kuning, klorosis di antara urat daun, ujung daun melengkung ke bawah, daun berkerut, ujung mati, tidak berbunga, akar kerdil.
Bit gula	Daun menguning atau mengering, pelepah daun retak, perubahan warna jaringan dalam menjadi coklat, pembusukan mata tunas.
Bunga matahari	Daun tampak layu. Bunga yang merunduk secara tidak normal karena gagang yang lemah.
Tembakau	Daun berkerut dan tunas cacat.
Gandum	Kepala terdistorsi dan klorosis daun.
<b>Tanaman Buah dan Kacang</b>	
Almon	Bunga jatuh dan kacang gugur atau bergetah.
Apel	Pitting, kulit berubah warna, retak, dan pengerasan.
Aprikot	Ranting mati dan buah gagal berkembang.
Jeruk	Cincin menebal, kantong getah di dekat pusat batang, bercak perubahan warna.
Anggur	Gejala "Hen and chick", tunas utama mati.
Pir	Bunga pecah, pitting, pengerasan internal, dan pembusukan kulit pohon.
Pistacio	Fruit set berkurang, kacang kosong dan non-split meningkat.
Stroberi	Klorosis pucat pada kulit buah, pecah-pecah, dan mati.
Walnut	Mati pucuk, daun rontok.

## Gejala Defisiensi B yang Tampak pada Tanaman (lanjutan)

Tanaman Sayuran	Gejala yang Tampak
Bit (Merah)	Bercak eksternal, retak, dan pembusukan.
Brokoli	Batang berongga, perubahan warna internal, massa bunga berwarna coklat.
Kubis	Batang berongga, area berair, kepala berongga, tanaman kerdil.
Wortel	Daun kemerahan dan akar pecah.
Kembang kol	Daun menggulung, batang berongga, massa bunga kerdil, berwarna coklat.
Seledri	Batang retak dan belang coklat, bagian tengah menghitam.
Selada	Pertumbuhan terhambat, perubahan warna daun, rapuh.
Lobak putih	Akar pucat, batang rapuh, daging buah berair, dan warna belang.
Rutabaga	Akarnya keras, berserat, dan pahit. Setelah dipotong, ada bagian yang lembek dan berair, yang sering disebut "brown-heart."
Jagung manis	Tongkol pendek dan bengkok, tongkol tidak berbiji, tangkai kosong, perkembangan biji yang buruk, garis memanjang, berair atau transparan kemudian menjadi putih pada daun yang baru terbentuk, titik tumbuh mati.
Tomat	Daun menebal, daun rapuh, buah gagal terbentuk.
Lobak	Bagian tengah berongga atau area daging buah berwarna coklat dan berair.

### Hasil uji tanah Boron dapat menunjukkan:

- Di mana defisiensi B terjadi
- Di mana pemupukan perawatan B diperlukan
- Di mana suplai B memadai

Ekstraksi air panas telah menjadi uji tanah standar untuk sediaan B dalam tanah. Namun, sekarang banyak laboratorium melakukan uji tanah B menggunakan metode ekstraksi Mehlich-1 atau Mehlich-3, yang berkorelasi baik dengan hasil metode ekstraksi air panas pada tanah masam<sup>77</sup>. Pada tanah alkalin, B dalam ekstrak ekstraktan uji tanah yang mengandung sorbitol atau manitol berkorelasi baik dengan B yang larut dalam air panas<sup>83</sup>.

Analisis jaringan tanaman memberikan pemeriksaan yang sangat baik pada ketersediaan B aktual tanaman dari tanah dan pupuk B yang diberikan. Anda dapat menggunakan analisis jaringan sebagai panduan tambahan beserta tingkat uji tanah B untuk menyesuaikan praktik pemupukan B.

### Analisis B pada tanaman dapat digunakan untuk:

- Mengonfirmasi defisiensi B pada tanaman dengan gejala visual
- Memantau konsentrasi B pada jaringan untuk memastikan bahwa B berada dalam kisaran optimal untuk hasil panen dan kualitas tanaman yang tinggi

- Melengkapi informasi uji tanah untuk menyesuaikan dosis pemupukan B, waktu, dan penempatan untuk memenuhi kebutuhan situasi tanam tertentu.

Sebagai contoh, sampel jaringan yang diambil di awal musim tanam mungkin menandakan perlunya pemupukan B dengan metode topdressing, sidedressing, atau penyemprotan daun yang dikombinasikan dengan pemupukan nitrogen atau pupuk lain yang diberikan kemudian di musim tanam, terutama sebelum tanaman berbunga dan berbuah.

Untuk mencapai pengelolaan pemupukan B yang optimal, ikuti panduan berikut ini:

- Gunakan uji tanah untuk mengetahui ketersediaan B.
- Kontrol pH tanah dalam kisaran optimal untuk tanah dan tanaman di area Anda
- Gunakan pemupukan pemeliharaan B di mana tingkat uji tanah B berada dalam kisaran respons untuk tanah dan tanaman Anda
- Amati tanaman lebih awal dan sering
- Analisis kandungan B pada sampel tanaman di awal musim
- Gunakan penempatan, dosis, dan waktu pemupukan B yang tepat
- Di mana muncul kebutuhan B yang mendesak, pertimbangkan untuk melakukan pemupukan saat penanaman, pemberian dengan metode sidedress, semprotan daun, atau fertigasi

### Interpretasi uji tanah

Interpretasi nilai uji tanah dapat bervariasi tergantung pada tanaman dan jenis tanah. Misalnya, nilai uji tanah kritis untuk tanaman berkisar dari 0,05 ppm untuk kacang tanah yang ditanam di tanah asam bertekstur kasar<sup>18</sup> hingga 1,8 ppm untuk rutabaga yang ditanam di tanah yang bertekstur serupa<sup>36</sup>.

Uji tanah kritis untuk kadar B juga bervariasi menurut jenis tanah. Misalnya, alfalfa membutuhkan 0,3 ppm B pada tanah berpasir<sup>81</sup> dan 0,9 ppm B pada tanah bertekstur lebih halus<sup>3</sup>. Kedelai merespons pemupukan B pada tanah geluh berpasir Cecil<sup>89</sup> dan tanah geluh berpasir Sassafras pada tingkat uji tanah 0,2 ppm<sup>24</sup>, tetapi juga menanggapi B pada tingkat uji tanah 0,8 ppm dan 1,3 ppm B masing-masing pada tanah geluh berlumpur Kokomo dan Muscatine<sup>6</sup>. Jagung merespons B di mana uji tanah B bernilai 0,02 ppm pada pasir campur tanah geluh Dothan<sup>90</sup>, dan di mana uji tanah B bernilai 0,2 ppm pada tanah geluh berpasir Sassafras<sup>24</sup>. Tingkat B uji tanah kritis untuk kapas adalah 0,19 ppm B pada tanah berpasir<sup>76</sup>, tetapi respons terhadap B dilaporkan pada tanah geluh berlumpur Collins<sup>41</sup> dengan tingkat uji tanah B 0,35 ppm. (Komunikasi pribadi, DD Howard, Univ Tenn)

Sebuah survei terhadap 50 laboratorium pengujian tanah pertanian negara bagian di AS<sup>57</sup> mengungkapkan bahwa titik jeda uji tanah B yang digunakan untuk menentukan kadar B yang larut dalam air panas rendah bervariasi dari 0,05 hingga 1,1 ppm, tergantung pada jenis tanah dan tanaman yang digunakan untuk kalibrasi. Rata-rata nilai dari 25 laboratorium ini adalah 0,49 ppm B. Dengan beberapa pengecualian, seperti tanah yang mengandung banyak lempung dan/atau bahan organik, tanah dengan B yang larut dalam air panas melebihi 1,0 ppm menyediakan B yang cukup untuk sebagian besar tanaman.

Berdasarkan data uji tanah, tekstur tanah, dan kebutuhan tanaman, rentang uji tanah B dapat digambarkan sesuai dengan kebutuhan tanaman (lihat tabel 2).

Boron umumnya diberikan sesuai dengan pengalaman lokal dan rekomendasi yang diterbitkan untuk berbagai tanaman.

Gunakan uji tanah boron untuk memantau tingkat kesuburan tanah B. Tujuan Anda seharusnya adalah:

- Menambahkan B jika disarankan
- Mempertahankan kandungan B di atas tingkat defisiensi untuk berbagai tanaman
- Mengurangi B jika hasil uji tanah menunjukkan kadar yang tinggi (tingkat uji tanah di atas 5 ppm kemungkinan besar beracun bagi sebagian besar tanaman<sup>67</sup>)

Mengambil sampel tanah setidaknya sekali selama setiap rotasi tanaman. Pemantauan level B tanah yang lebih intensif diperlukan jika dosis pemupukan yang tinggi diberikan, terutama pada tanah dengan kapasitas tukar kation (KTK) rendah yang mengalami pelindian. Dalam kondisi pengelolaan intensif, disarankan untuk mengambil sampel setiap tahun untuk mendeteksi perubahan pH<sup>86</sup> tanah dan tingkat nutrisi lain yang dapat memengaruhi nutrisi B. Misalnya, tingkat pH yang tinggi pada tanah yang baru diberi gamping, atau tingkat ketersediaan K yang sangat tinggi dapat meningkatkan kebutuhan akan B<sup>47,48</sup>.

Pemberian B yang direkomendasikan berkisar antara 0,1 hingga 4,0 lbs/acre dan didasarkan pada tanaman tertentu, tekstur tanah, metode pemupukan, dan target hasil, serta nilai uji tanah B.

### Interpretasi analisis tanaman

Penyerapan B oleh tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan faktor lingkungan lainnya, terutama pH tanah dan KTK. Faktor dominan yang memengaruhi hubungan antara uji tanah B dan tanaman B adalah KTK<sup>15</sup>, yang berhubungan langsung dengan jumlah lempung dan bahan organik dalam tanah. Ketersediaan B untuk tanaman lebih tinggi pada tanah dengan KTK rendah (tanah berpasir bertekstur kasar) dan lebih rendah pada tanah dengan KTK tinggi (tanah lempung bertekstur halus), meskipun tanah lempung (mengandung >25% lempung) biasanya mengandung relatif lebih banyak B daripada tanah bertekstur kasar di wilayah tertentu<sup>86</sup>. Karena sebagian besar B tidak aktif di tanah bertekstur halus, dosis pemupukan B yang lebih tinggi diperlukan untuk mencapai ketersediaan B yang sama seperti di tanah bertekstur kasar. Pada tanah tertentu, B dalam uji tanah berhubungan positif dengan B pada jaringan tanaman<sup>78</sup>.

Tabel 2

Tanaman telah dikelompokkan menurut kebutuhan B sebagai berikut:

Tekstur tanah	Rentang uji tanah B	Kebutuhan pemupukan B
Pasir dan Pasir berlempung	< 0.2 ppm	Semua tanaman
Lempung berpasir, Lempung, Lempung berdebu, dan Debu	0.2 – 0.5 ppm	Tanaman dengan kebutuhan B sedang dan tinggi
Lempung	0.5 – 1.0 ppm	Tanaman dengan kebutuhan B sedang dan tinggi
Lempung	1.0 – 2.0 ppm	Tanaman dengan kebutuhan B tinggi
Semua tanah	> 2.0 ppm	Tidak Ada

## Dosis Pemupukan B yang Direkomendasikan

Tanaman	Metode	Dosis pemupukan B (lb/ac)	Dosis pemupukan B (lb/ac)
Alfalfa	Topdress (penyebaran di permukaan tanah)	1.0 – 4.0	30 – 50
Kanola	Broadcast (Penyebaran)	1.0 – 2.0	25 – 50
Rumput semanggi	Topdress (penyebaran di permukaan tanah)	1.0 – 1.5	20 – 45
Jagung	Sidedress (Penyebaran di samping tanaman)	1.0 – 2.0	10 – 25
Kapas	Semprot daun	0.3 – 0.6	30 – 80
Rumput bermuda hibrida	Topdress (penyebaran di permukaan tanah)	0.5 – 1.0	5 – 15
Tanaman kacang-kacangan	Broadcast (Penyebaran)	0.5 – 3.0	30 – 50*
Kacang tanah	Semprot daun	0.25 – 0.5	25 – 60
Buah-buahan kecil	Semprot daun	0.1 – 0.5	20 – 35*
Biji-bijian kecil	Broadcast (Penyebaran)	< 0.2	3 – 20
Kedelai	Broadcast (Penyebaran)	0.25 – 0.5	25 – 60
Bit gula	Semprot daun	1.0 – 3.0	30 – 50
Tembakau	Broadcast (Penyebaran)	0.5 – 1.0	20 – 100
Pohon buah	Broadcast (Penyebaran)	0.1 – 1.5	30 – 60*
		0.5 – 3.0	
Sayuran	Broadcast (Penyebaran)	0.5 – 3.0	25 – 60*

\*Rentang bervariasi untuk tanaman tertentu.

Konsentrasi B tanaman di mana gejala defisiensi B pertama kali muncul (tingkat kritis).

Rentang konsentrasi B tanaman selama pertumbuhan normal di tanah dengan ketersediaan B yang mencukupi (rentang kecukupan).

Rentang tingkat B uji tanah di mana tanaman tumbuh normal (tanaman yang membutuhkan B tinggi, sedang, dan rendah).

Toleransi relatif dari spesies tanaman yang berbeda terhadap berbagai konsentrasi larutan nutrisi B (peringkat sensitivitas).\*\*

Berdasarkan data yang diterbitkan untuk rentang normal B dalam jaringan tanaman<sup>7,13</sup> dan dosis B yang umumnya direkomendasikan.<sup>54,55,60</sup> Tabel di halaman berikut berisi panduan yang berguna untuk membuat rekomendasi B pada tanaman tertentu.\*

\*KLASIFIKASI SPESIES TUMBUHAN KE DALAM KATEGORI KEBUTUHAN B TINGGI, MENENGAH, DAN RENDAH DITUNJUKKAN OLEH BERGER<sup>5</sup>.

PENGELOMPOKKAN SERUPA DITAMPILKAN DALAM PUBLIKASI INI. KLASIFIKASI TANAMAN LAINNYA KE DALAM KATEGORI SENSITIF B, SEMITOLERAN B, DAN TOLERAN B DILAPORKAN OLEH EATON<sup>23</sup>.

\*\*\* PENELITIAN TELAH MENENTUKAN STANDAR ATAU RENTANG KONSENTRASI B OPTIMAL UNTUK BERAGAM SPESIES TANAMAN BUDIDAYA, SERTA RENTANG DEFISIENSI DAN KELEBIHAN B.<sup>5,7,13,23,34,47,48,50,87</sup>

\*\*\*STANDAR TOLERANSI B SAAT INI UNTUK TANAMAN BUDIDAYA PALING PENTING BERDASARKAN STUDI YANG DILAKUKAN OLEH EATON DARI 1930 - 1934<sup>23</sup>. MESKI BANYAK DIGUNAKAN DAN DIPERLUKAN, DATA INI DIPEROLEH DARI POPULASI TANAMAN YANG KECIL DAN TANPA REPLIKASI PENGOBATAN. SELAIN ITU, KLASIFIKASI UNTUK BANYAK TANAMAN BERDASARKAN TERJADINYA CEDERA DAUN DAN BUKAN PADA HASIL PANEN PRODUK YANG DAPAT DIHARAPKAN. STUDI TERBARU MENUNJUKKAN BAHWA KETIKA PRODUK DIPANEN UNTUK BAGIAN APA PUN SELAIN DAUN, KLASIFIKASI INI BUKAN INDIKATOR TOLERANSI B YANG DAPAT DIANDALKAN. FRANCOIS, LE. 1988. "Yield and quality responses of celery and crisphead lettuce to excess boron." J AMER SOC HORT SCI. 113 (4): 538-542.

## Kandungan Boron pada Daun Menggambarkan Status B Berbagai Tanaman

Kandungan Boron Daun, ppm B					
Tanaman Bahan Minuman	Kurang	Rendah	Normal	Tinggi	Berlebih
Kakao	<10	10-25	25 – 70		
Kopi	<20	20 – 40	40 – 140	140-200	
Hop	<20		25 – 60		
Teh	<12		12 – 80	>80	
<b>Sereal dan Tebu</b>					
Barli	<5		5 – 20		
Jagung	<5		5 – 25	25 – 50	>50
Oat	<5		5 – 20		
Padi	<5		25 – 30	>40	
Sorgum	<5		16 – 140		
Tebu	<1	2 – 4	4 – 20		400
Gandum	<5		5 – 20	30	
<b>Tanaman Serat</b>					
Kapas	<16	16 – 20	21 – 80	80 – 200	>200
Sisal	<4	4 – 14	14 – 20		
<b>Bunga</b>					
Anyelir	<20		20 – 25		
Krisan				>150	
Geranium	<15	15 – 30	30 – 300		>300
Mawar			20 – 60		
<b>Tanaman Pakan Ternak</b>					
Alfalfa, Lucerne	<20	20 – 30	30 – 80	>80	
Semanggi merah	<10		20 – 45	>60	
Trefoil	<10		30 – 45	>70	
<b>Tanaman Buah dan Kacang</b>					
Almon	<30		30 – 50	>80	
Apel	<20	20 -28	28 – 50	>50	
Aprikot	<12		20 – 70		>90
Alpukat	<12		50 – 100	100 – 250	>250
Pisang			20 – 40	>70	
Ceri	<20		20 – 100		>182
Jeruk	<15	15 – 30	30 – 100	100 – 250	>250
Tin	<15		50 – 100	300	>700
Anggur	<25		25 – 50	50	>200
Pepaya	<20		20 – 60		
Persik	<10	10 – 30	30 – 60	60 – 80	>100
Pir	<20	20 – 30	30 – 50		>50
Plantain	<16		20 – 40		
Rasberi	<10	10 – 20	20 – 35		
Stroberi	<20		20 – 50	100	>125
Walnut	<25		40-200		

## Kandungan Boron pada Daun Menggambarkan Status B Berbagai Tanaman

Kandungan Boron Daun, ppm B					
Tanaman Buah dan Kacang	Kurang	Rendah	Normal	Tinggi	Berlebih
Almon	<30		30 – 50	>80	
Apel	<20	20 -28	28 – 50	>50	
Aprikot	<12		20 – 70		>90
Alpukat	<12		50 – 100	100 – 250	>250
Pisang			20 – 40	>70	
Ceri	<20		20 – 100		>182
Jeruk	<15	15 – 30	30 – 100	100 – 250	>250
Tin	<15		50 – 100	300	>700
Anggur	<25		25 – 50	50	>200
Pepaya	<20		20 – 60		
Persik	<10	10 – 30	30 – 60	60 – 80	>100
Pir	<20	20 – 30	30 – 50		>50
Plantain	<16		20 – 40		
Rasberi	<10	10 – 20	20 – 35		
Stroberi	<20		20 – 50	100	>125
Walnut	<25		40-200		
Tanaman Fumitoria dan Mastikator	Kurang	Rendah	Normal	Tinggi	Berlebih
Kola	<15				
Tembakau	<10	10 – 40	40 – 100	100	>360
Tanaman Penghasil Minyak					
Kanola (Minyak rapeseed)	<20	20 – 30			
Kelapa	<12				
Kelapa sawit	<12	12 – 15	15 – 25		
Zaitun	<15	15 – 20	20 – 180		>250
Kacang tanah	<25				
Kedelai	<10	10 – 20	20 – 80	80 – 100	>100
Bunga matahari	<35		50 – 150		
Tanaman Akar dan Umbi					
Wortel	<18		32 – 200	>200	
Mangold	<20		20 – 50		
Kentang	<5	20 – 40	40 – 70	>70	
Bit merah	<15	15 – 27	27 – 83		
Bit gula	<20	20 – 25	25 – 50	50	>300
Ubi jalar	<16		118		
Lobak, Swede	<15		45 – 50		
Rutabaga	<23	23 – 38	38 – 140		>250

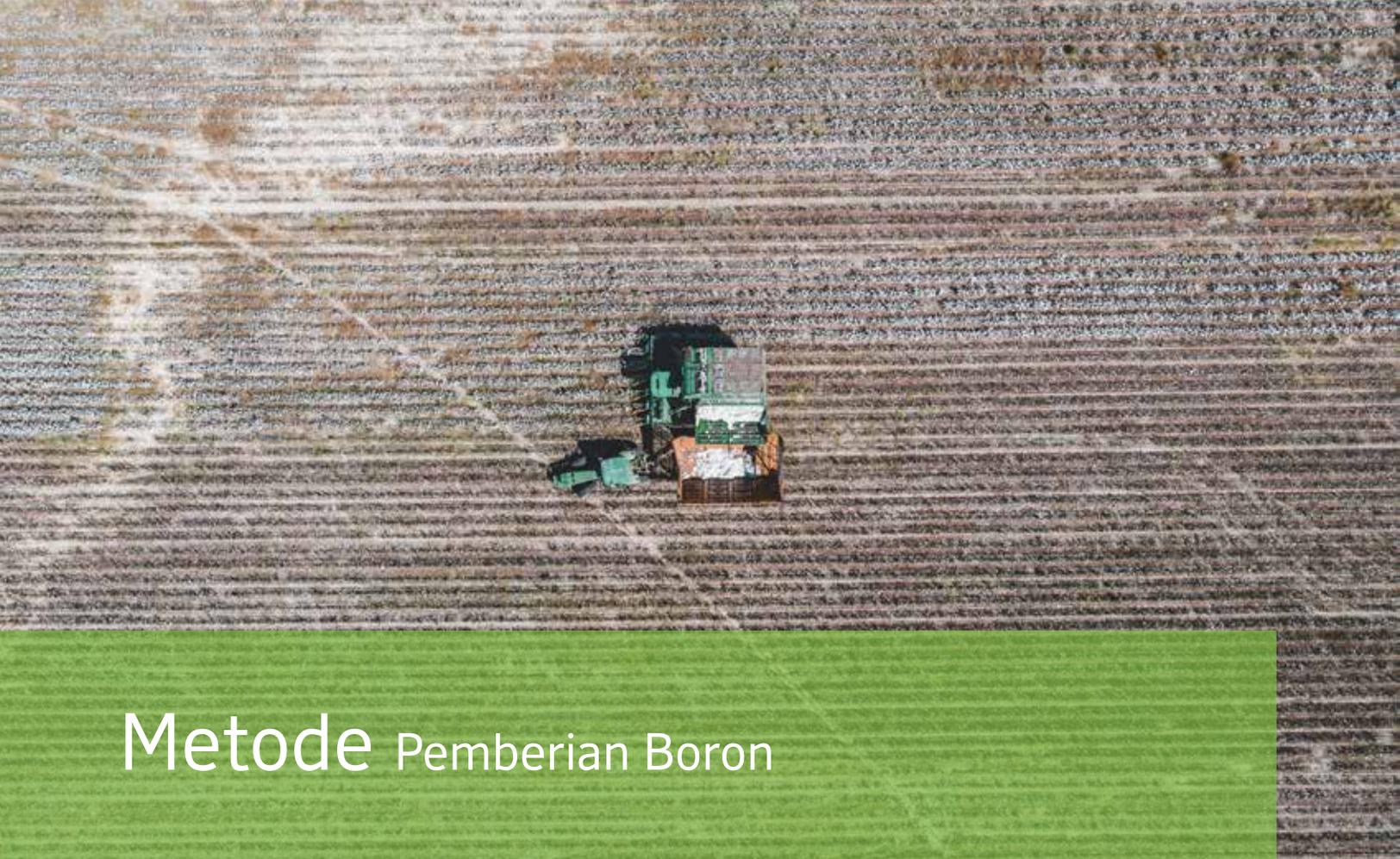
## Kandungan Boron pada Daun Menggambarkan Status B Berbagai Tanaman

Kandungan Boron Daun, ppm B					
Pohon	Kurang	Rendah	Normal	Tinggi	Berlebih
Birch	<14		28 – 33		
Eastern cottonwood	<9		68		
Eukaliptus	<35		40 – 70		
Holly	<20	20 – 25	>30		
Pinus radiata	<10			>20	
Karet				>80	
Pinus Skotlandia	<10		25 – 30		
Cemara	<8		25 – 30		
<b>Sayuran</b>					
Artichoke	38		112		
Asparagus	<15	50	55 – 150		>175
Buncis (phaseolus)	<10				>150
Kubis brussel	<19		70		
Kubis	<18		22 – 38	>100	
Kembang kol	<23		36		
Seledri	<15		15 – 48		>400
Timun	<25		30 – 60		>200
Selada			27 – 43	>70	
Okra				>70	
Bawang			29 – 50		
Kacang polong	<18		170		
Lobak putih	<19		19 – 195		
Tomat	<10		30 – 100		>200

*Banyak dari data tersebut dikutip dari Diagnostic Criteria for Plants and Soils, ed. HD Chapman.*



BROKOLI HIJAU CERAH  
 TANPA PENGUNINGAN  
 ATAU PERUBAHAN  
 WARNA MENUNJUKKAN  
 TINGKAT BORON  
 YANG CUKUP.



# Metode Pemberian Boron

Metode pemberian B yang paling umum adalah penyebaran dan/atau pemberian pupuk ke tanah—umumnya bersama pupuk lain—atau sebagai semprotan daun.

Seperti halnya unsur hara mikro lainnya, dosis pemberian B sangat rendah (biasanya <2 lbs/acre) sehingga sulit untuk memberikan unsur B ke tanah secara terpisah tanpa kemungkinan pemberian berlebih di beberapa area dan tidak ada B di area lain. Misalnya, *Granubor* mengandung 15% B sehingga sulit untuk memberikan suplai B ini secara manual ke tanah pada tingkat yang direkomendasikan. Menggabungkan sumber B dengan pupuk lain juga menurunkan biaya pemupukan melalui pemberian nutrisi gabungan.

Gunakan sumber B dengan metode sebagai berikut:

- Pupuk campuran dengan memasukkan B selama proses pembuatan
- Pencampuran massal dengan pupuk bulir
- Dicampur dengan pupuk cair sesaat sebelum pemberian pupuk

Meski beberapa unsur hara mikro juga diberikan sebagai perlakuan benih, metode ini tidak direkomendasikan untuk sumber B karena bibit dari banyak spesies tanaman memiliki toleransi tanaman yang rendah terhadap B terlarut.

## Penggabungan selama manufaktur

Sumber Boron dapat didistribusikan secara merata melalui pupuk NPK dengan memasukkannya selama proses manufaktur. Hal ini umumnya dilakukan dengan melarutkan atau mengencerkan sumber B dalam asam fosfat sebelum amoniasi fosfat, atau mencampur sumber B dengan komponen padat dari campuran NP atau NPK akhir sebelum granulasi<sup>56</sup>. Produk-produk ini biasanya disebut “pupuk berboron”.

Sebagian besar sumber B tidak bereaksi secara kimia dengan komponen pupuk lainnya selama manufaktur, yang dapat memengaruhi ketersediaan B di tanaman. Oleh karena itu, memasukkan B selama pembuatan pupuk campuran adalah metode aplikasi B yang dapat diterapkan<sup>55</sup>.

Cara lain untuk memasukkan B selama manufaktur pupuk adalah dengan melapisi campuran pupuk NPK dengan B. Proses ini memberikan lapisan unsur hara mikro yang seragam pada semua butiran pupuk NPK, memberikan fleksibilitas dalam dosis unsur hara mikro dan memastikan distribusi seragam di lapangan.

### Pencampuran massal

Keuntungan utama dari pencampuran massal adalah fleksibilitas. Petani hanya dapat menyiapkan jumlah pupuk dengan rasio nutrisi yang dibutuhkan untuk lahan tertentu. Namun, aplikasi yang tidak seragam di lapangan dapat terjadi jika pemisahan nutrisi terjadi selama penanganan dan pemberian pupuk. Minimalkan segregasi dengan mencocokkan ukuran partikel sumber B bulir B dengan komponen NPK. Tersedia perangkat mekanis untuk meminimalkan segregasi<sup>1</sup>.

Sumber B bulir, seperti *Granubor*, dapat dicampur secara massal dengan pupuk NPK untuk memberikan dosis B yang direkomendasikan untuk tanaman tertentu. *Granubor* sangat cocok untuk pencampuran massal—rentang ukuran partikel dan kepadatannya sangat cocok dengan sebagian besar komponen campuran NPK.

### Pencampuran dengan pupuk cair

Metode pemupukan B ini populer karena kemudahan pencampuran jumlah B yang diinginkan dengan pupuk cair sesaat sebelum aplikasi di lapangan. Tidak ada masalah segregasi dengan cairan, sehingga keseragaman aplikasi mudah dicapai.

Kelarutan sumber B penting dalam metode pemupukan ini; sumber yang lambat larut atau tidak mudah larut tidak akan bercampur dengan baik dengan beberapa cairan. Sumber B larut seperti *Solubor* sangat cocok dicampur dengan pupuk cair seperti larutan 10-34-0 dan UAN.

B yang memadai dapat dilarutkan dalam pupuk ini untuk memenuhi semua rekomendasi B pada dosis pemberian nitrogen dan/atau fosfat biasa.

### Pemberian melalui semprotan daun

Semprotan daun sangat cocok untuk memberikan B ke tanaman pohon dan kacang-kacangan, dan tanaman khusus seperti sayuran. Aplikasi melalui semprotan membutuhkan sumber B yang larut dalam air seperti: *Solubor*. Kelebihannya antara lain:

- Pemberian B secara seragam mudah dicapai

- Respons cepat terhadap B yang diberikan
- Dosis pemberian B biasanya lebih rendah daripada pemberian melalui tanah<sup>57</sup>

Defisiensi B yang dicurigai dapat didiagnosis dengan semprotan daun. Namun, defisiensi B yang baru terjadi seperti yang memengaruhi sistem reproduksi beberapa spesies tanaman mungkin tidak dapat didiagnosis untuk jangka waktu yang lebih lama.

Beberapa kelemahan semprotan daun antara lain:

- Daun terbakar dapat terjadi jika konsentrasi garam dari semprotan terlalu tinggi
- Kebutuhan nutrisi sering kali tinggi saat tanaman masih kecil dan permukaan daun tidak mencukupi untuk penyerapan melalui daun
- Mungkin terlambat untuk mendapatkan hasil maksimal jika penyemprotan ditunda sampai gejala defisiensi B muncul
- Ada sedikit efek residu dari semprotan daun<sup>56</sup>

*Solubor* sangat cocok untuk dimasukkan dalam semprotan daun. Produk ini kompatibel dengan sebagian besar semprotan pestisida sehingga dapat dikombinasikan untuk memberikan B yang dibutuhkan dengan aplikasi pestisida selama musim tanam.

Penggunaan agen penyebar-pelengket meningkatkan efisiensi penyerapan B dari semprotan daun.

Sebelum menyiapkan campuran tangki, uji kompatibilitas salah satu sumber B ini dengan larutan semprot pestisida yang diberikan menggunakan metode "jar test".

### Metode lainnya

Sumber B terlarut juga dapat dimasukkan dalam sistem irigasi (baik sistem pemberian di tanah maupun sistem tetes). Metode ini disebut fertigasi dan memerlukan pengukuran volume dan kalibrasi sistem yang cermat untuk memastikan jumlah sumber pupuk yang tepat—termasuk B—ditempatkan di tangki untuk memberikan dosis yang diinginkan.

**KEUNTUNGAN UTAMA  
DARI PENCAMPURAN  
MASSAL ADALAH  
FLEKSIBILITAS.**



## Referensi

1. Achorn FP, Mortvedt JJ. 1977. Addition of secondary and micronutrients to granular fertilizers. *Int Conf on Granular Fertilizers and their Production Papers*. British Sulfur Corp. London, England; p. 304-332.
2. Anderson OE, Boswell FC. 1968. Boron and manganese effects on cotton yield, lint quality, and earliness of harvest. *Agron J*. 60:488-493.
3. Baker AS, Cook RL. 1959. Need of boron fertilization for alfalfa in Michigan and methods of determining this need. *Agron J*. 51:1-4.
4. Bell RW. 1997. Diagnosis and prediction of boron deficiency. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews*. Kluwer Acad Publishers. Boston, MA.
5. Berger KC. 1949. Boron in soils and crops. *Advan Agron*. 1:321-351.
6. Berger KC, Truog E. 1944. Boron tests and determinations for soils and plants. *Soil Sci*. 57:25-36.
7. Bradford GR. 1966. Boron. In: Chapman HD (ed) *Diagnostic criteria for plants and soils*. Univ of California, Div Agr Sciences; p. 33-61.
8. Brown BA, Munsell RI, King, AV. 1946. Potassium and boron fertilization of alfalfa on a few Connecticut soils. *Soil Sci Soc Amer Proc*. 10:134-140.
9. Brown PH, and Hu H. 1998. Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops with Plant Food*. Potash-Phosphate Institute. Norcross (GA).
10. Brown PH, Shelp BJ. 1997. Boron; mobility in plants. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews*. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 85-102.
11. Brown PH, Belloui N, Hu H, Dankelkar A. 1999. Transgenetically enhanced sorbitol synthesis facilitates phloem boron transport and increases tolerance of tobacco to boron deficiency. *Plant Physiol* 119:17-20.
12. Cakmak I, Romheld V. 1997. Boron deficiency. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews*. Kluwer Acad Publishers. Boston (MA).
13. Chapman HD. 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. In: Hardy GW (ed). *Soil Testing and Plant Analysis, Part 2*, SSSA Spec Pub No 2, SSSA. Madison (WI); p. 77-91.
14. Cole Jr CA, Turner JR. 1986. Incorporating fluid fertilizers. Abstracts, 192nd meeting of the Amer Chem Soc Anaheim (CA).
15. Cox FR. 1987. Micronutrient soil tests: Correlation and Calibration. In: Brown JR, et al. (eds) *Soil testing: Sampling, correlation, calibration, and interpretation*. SSSA Special Publications No 21, SSSA, Madison (WI); p. 97-117.
16. Cox FR, Adams F, Tucker BB. 1982. Timing, fertilization, and mineral nutrition. In: Pattee HE, Young CT (eds). *Peanut science and technology*. Am Peanut Res and Ed Soc Inc, Yoakum (TX); p. 139-163.
17. Cox FR, Kamprath EJ. 1972. Micronutrient soil tests, p. 289-317. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Ag*, SSSA, Madison (WI).
18. Cox FR, Reid PH. 1964. Calcium-boron nutrition as related to concealed damage in peanuts. *Agron J*. 56:173-176.
19. Dawson JE, Gustafson AF. 1945. A study of techniques for predicting potassium and boron requirements for alfalfa. II. Influence of borax on deficiency symptoms and boron content of the plant and soil. *Soil Sci Soc Amer Proc*. 10: 147-149.
20. DeMoranville CJ, Deubert, KH. 1987. Effect of commercial calcium-boron and manganese-zinc formulations on fruit set of cranberries. *J Hort Sci*. 62:(2) 163-169.
21. DeTurk EE, Olson LC. 1941. Determination of boron in some soils of Illinois and Georgia. *Soil Sci*. 52:351-357.
22. Eaton FM. 1935. Boron in soils and irrigation waters and its effect on peanuts. *USDA Tech Bull*. 448: 1-132.

23. Eaton FM. 1944. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. *J Agr Res.* 69: 237-279.
24. Flanery RL. 1975. Unpublished data. Rutgers Univ, New Brunswick, NJ.
25. Gascho GJ. 1993. Boron and nitrogen applications to soybeans: foliar and through sprinkler irrigation. In: Murphy LS, ed. *Foliar fertilization of soybeans and cotton.* PPI/FAR Tech Bull. 1993-1; p. 17-33.
26. Gascho GJ, Davis JG. 1995. Soil fertility and plant nutrition. In: Pattee HE, Stalker HT (eds). *Advances in peanut science.* Am Peanut Res and Ed Soc Inc. Yoakum, (TX); p. 383-418.
27. Gestring WD, Soltanpour PN. 1987. Comparison of soil tests for assessing boron toxicity to alfalfa. *Soil Sci Soc Am J.* 51:1214-1219.
28. Giddens JE. 1964. Boron. In: *Micronutrients and crop production in Georgia.* Georgia Ag Exp. Stn., Univ. of Georgia Coll of Agr Bull. N.S. 126; p. 13-21.
29. Goldbach GE, Rerkasem B, Wimmer MA, Brown PH, Thellier M, Bell RW (eds). 2001. *Boron in Plant and Animal Nutrition.* Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 410.
30. Goldberg, S. 1997. Reactions of boron in soils. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews.* Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 35-48.
31. Guertal EA, Abaye AO, Lippert BM, Miner GS, Gascho GJ. 1996. Sources of boron for foliar fertilization of cotton and soybeans. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 27:2815-2828.
32. Guertal EA, Abaye AO, Lippert BM, Miner GS, Gascho GJ. 1998. Boron uptake and concentration in cotton and soybeans as affected by boron source. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 29:3007-3014.
33. Gupta UC. 1979. Boron nutrition of crops. *Adv Agron.* 31:273-279.
34. Gupta UC. 1993. Deficiency, sufficiency, and toxicity levels of boron in crops. In: Gupta UC (ed). *Boron and its role in crop production.* CRC Press Inc. Boca Raton (FL); p. 137-145.
35. Gupta UC (ed). 1993. *Boron and its Role in Crop Production.* CRC Press, Boca Raton (FL); p. 237.
36. Gupta UC, Munro, DC. 1969. The boron content of tissues and roots of rutabagas and of soil associated with brown heart condition. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 33:424-426.
37. Hanson EJ. 1991. Movement of boron out of tree fruit leaves. *Hort Sci* 26(3):271-273.
38. Hanson EJ. 1991. Sour cherry trees respond to foliar boron applications. *Hort Sc* 26(9):1142-1145.
39. Hanson EJ, Chaplin MH, Breen PJ. 1985. Movement of foliar applied boron out of leaves and accumulation in flower buds and flower parts of "Italian" prune. *Hort Sci* 20:747-748.
40. Hill WE, Morrill LG. 1974. Assessing boron needs for improving peanut yield and quality. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 38:791-794.
41. Howard DD, Gwathmey CO, Sams CE. 1998. Foliar feeding of cotton: evaluating potassium sources, potassium solution buffering and boron. *Agron J.* 90:740-746.
42. Hu H, Brown PH. 1997. Absorption of boron by plant roots. In: Dell B, Brown PH, Bell RW (eds). *Boron in Soils and Plants: Reviews.* Kluwer Acad Publishers. Boston (MA); p. 49-58.
43. Hutcheson Jr. TB, Woltz WG. 1956. Boron in the fertilization of flue-cured tobacco. *N.C. Agr Exp Stn Bull.* No. 120.
44. Jin J, Martens DC, Zelazny LW. 1988. Plant availability of applied and native boron in soils with diverse properties. *Plant Soil.* 105:127-132.
45. Johnson ES, Dore WH. 1928. The relation of boron to the growth of the tomato plant. *Sci* 67:324.
46. Johnson GV, Fixen PE. 1990. Testing soils for sulfur, boron, molybdenum, and chlorine. In: Westerman RL, et al. (eds). *Soil Testing and Plant Analysis* 3rd ed. SSSA, Madison (WI); p. 265-273.
47. Jones, Jr JB. 1967. Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. In: Hardy GW (ed) *Soil Testing and Plant Analysis, Part 2, SSSA Spec Pub No. 2, SSSA, Madison (WI); p. 49-58.*

48. Jones, Jr JB, 1991. Plant tissue analysis in micronutrients. In: Mortvedt JJ et al. (eds). *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed. SSSA No 2, in Soil Sci Soc Am Book Series, SSSA, Madison (WI); p. 477-521.
49. Kelley WP, Brown SM. 1928. Boron in the soils and its relation to citrus and walnut culture. *Hilgardia* 3(16):445-458.
50. Kenworthy AL. 1967. Plant analysis and interpretation of analysis for horticultural crops. In: Hardy GW (ed) *Soil Testing and Plant Analysis, Part 2*. SSSA Special Publication No 2, SSSA, Madison (WI); p. 59-75.
51. Keogh JL, Maplen M. 1969. Boron for cotton and soybeans on loessial plains soils. *Arkansas Agr Exp Sta Bull.* 740.
52. Lehr JJ, Henkens CH. 1959. Threshold values of boron contents in Dutch soils in relation to boron deficiency symptoms in beet (heartrot). *World Cong Agr Res.* 1:1397-1404.
53. Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Boston (MA); p. 889.
54. Martens DC, Westerman DT. 1991. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed. No 4 in SSSA Book Series, SSSA Inc. Madison (WI); p. 549-592.
55. Mortvedt JJ. 1968. Availability of boron in various boronated fertilizers. *Soil Sci Soc Amer Proc.* 32:433-437.
56. Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM. (eds). 1991. *Micronutrients in Agriculture*. 2nd ed. Soil Sci Soc Am. Madison (WI); p. 760.
57. Mortvedt JJ, Woodruff JR. 1993. Technology and application of boron fertilizer for crops. In: Gupta UC (ed) *Boron and its Role in Crop Production*. CRC Press Inc. Boca Raton (FL); p. 157-183.
58. Mozafar A. 1987. Effect of boron on ear formation and yield components of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. *J Plant Nutr.* 10:319-332.
59. Mozafar A. 1989. Boron effect on mineral nutrients of maize. *Agron J.* 81:285-290.
60. Murphy LS, Walsh LM. 1972. Correction of micronutrient deficiencies with fertilizer. In: Mortvedt JJ et al. (eds) *Micronutrients in Agriculture*, SSSA Inc. Madison (WI); p. 347-388.
61. Oplinger ES, Hoelt RG, Johnson JW, Tracy PW. 1993. Boron fertilization of soybeans: a regional summary. In: *Foliar Fertilization of Soybeans and Cotton*, PPI/FAR Tech Bull. 1993-1; p. 7-16.
62. Ouellette, GJ, Lachance RO. 1954. Soil and plant analysis as a means of diagnosing boron deficiency in alfalfa in Quebec. *Can J Agr Sci.* 34:494-503.
63. Peryea FJ. 1992. History of boron research in apples, pears reviewed. *Fruit Grower*, Mar 15 issue: 26-29.
64. Peryea FJ. 1998. Boron products for foliar spray applications. [www.goodfruit.com/archive/ Apr15-98/ feature12.html](http://www.goodfruit.com/archive/Apr15-98/feature12.html).
65. Peryea FJ. 1999. Boron products for foliar sprays: 1999 update. [www.goodfruit.com/Apr15-99/feature18.htm](http://www.goodfruit.com/Apr15-99/feature18.htm).
66. Piland JR, Ireland CF, Reisenauer, HM. 1944. The importance of borax in legume seed production in the South. *Soil Sci.* 57:75-84.
67. Ponnampereuma FM, Clayton MT, Lantin RS. 1981. Dilute hydrochloric acid as an extractant for available zinc, copper, and boron in rice soils. *Plant Soil.* 61:297-310.
68. Purvis ER, Hanna WJ. 1940. Vegetable crops affected by boron deficiency in Eastern Virginia. *Virginia Truck Exp Sta Bull.* 105.
69. Reeve E, Shive JW. 1944. Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. *Soil Sci.* 57:1-14.
70. Reeve E, Prince AL, Bear FE. 1944. The boron needs of New Jersey soils. *N.J. Agr Exp. Sta Bull.* 709.

71. Reisenauer HM. 1967. Availability assays for the secondary and micronutrient onions. In: Soil Testing and Plant Analysis. Part 1, Soil testing. No. 2 in the SSSA Spec Pub Series, SSSA. Madison (WI); p. 71-102.
72. Reisenauer HM, Walsh LM, Hoefft RG. 1973. Testing soils for sulfur, boron, molybdenum, and chlorine. In: Walsh LM, Beaton JD (eds) Soil Testing and Plant Analysis, revised ed SSSA, Madison (WI); p. 173-200.
73. Rogers HT. 1947. Water soluble boron in coarse-texture soils in relation to need of boron fertilization for legumes. J Amer Soc Agron. 39:914-927.
74. Rowell AWG, Grant PM. 1975. A comparison of fertilizer borate and colemanite incorporated in various fertilizers. Rhod J Agric Res. 13:63-66.
75. Schon MK, Blevins DG. 1990. Foliar boron applications increase the final number of branches and pods on branches of field-grown soybeans. Plant Physiol. 92:602-607.
76. Sedberry Jr JE, Nugent AL, Brupbacher RH, Holder JB, Phillips SA, Marshall JG, Sloane LW, Melville DR, Rabb JL. 1969. Boron investigations with cotton in Louisiana. LSU Agr Exp Sta Bull. 635.
77. Shuman LM, Bandel VA, Donohue SJ, Isacc RA, Lippert RM, Sims JT, Tucker MR. 1992. Comparison of Mehlich-1 and Mehlich-3 extractable soil boron with hot-water extractable boron. Commun Soil Sci Plant Anal. 23 (1&2); p. 1-14.
78. Sims JT, Johnson GV. 1991. Micronutrient soil tests. In: Mortvedt JJ et al. (eds) Micronutrients in Ag 2nd ed. SSSA, Madison (WI), p. 427-476.
79. Smith GR, Gilbert CL, Pemberton IJ. 1990. Effects of boron on seedling establishment of annual legumes. In: Forage and Livestock Research 1990, Overton Research Center. Texas Agr Exp Sta Tech Rep No 90-1.; p. 110-114.
80. Spooner AE, Huneycutt H. 1983. Effects of boron on coastal bermudagrass. Ark Farm Res. July-August 1983.
81. Stinson CH. 1953. Relation of water soluble boron in Illinois soils to boron content of alfalfa. Soil Sci. 75:31-36.
82. Thompson LF, Hardy GW. 1967. Effect of boron fertilization on soybeans. Ark Farm Res. 16(2):16.
83. Vaughn, B, Howe J. 1994. Evaluation of boron chelates in extracting soil boron. Commun Soil Sci Plant Anal 25 (7&8):1071-1084.
84. Warrington K. 1923. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. Ann Bot. 37:629-672.
85. Wear JI. 1957. Boron requirements of crops in Alabama. Alabama Agr Exp Sta Bull. 305.
86. Wear JI, Patterson RM. 1962. Effect of soil pH, and texture on the availability of water soluble boron in the soil. Soil Sci Soc Amer Proc. 26:344-346.
87. Westerman RL. (ed) 1990. Soil Testing and Plant Analysis, 3rd ed. SSSA, Madison (WI); p. 429-657.
88. Wilson CM, Louvorn RL, Woodhouse Jr WW. 1951. Movement and accumulation of water soluble boron within the soil profile. Agron J. 43:363-367.
89. Woodruff JR. 1974. Research and demonstration reports. Dept of Agron and Soils, Clemson Univ. Lime level 1, plots with P fertilization in 1973; p. 233.
90. Woodruff JR, Moore FW, Musen HL. 1987. Potassium, boron, nitrogen and lime effects on corn yield and earleaf nutrient concentration. Agron J. 79:510-524.

# Tanaman: Gejala dan Dosis Pemberian

## Tanaman Bahan Minuman

### Agave

(*Agave tequilana*)

Tanda-tanda pertama defisiensi B adalah bintik-bintik kuning, paling banyak di dekat ujung daun, dan di kedua permukaan daun. Kondisi ini diikuti dengan pembentukan lekukan seperti jari yang bercabang dari tepi daun, yang kemudian dapat berubah menjadi suberisasi. Dalam percobaan kultur pasir, gejalanya termasuk ujung daun bengkok dan tulang daun yang tidak ada atau menyusut menjadi rambut putih. Dalam kasus defisiensi yang parah, titik tumbuh menjadi tidak teratur dan daunnya pendek, sempit, bengkok, dan kadang-kadang terbelah. Ujung tanaman tampak rata.

### Kakao

(*Theobroma cacao*)

Salah satu tanda pertama terjadinya defisiensi B adalah pembentukan tunas air yang banyak dan munculnya beberapa daun melengkung yang hampir berwarna hijau normal. Jika defisiensi ringan, flush dengan B yang normal dan defisien mungkin muncul secara berselang. Saat defisiensi berlanjut, daun pada tunas baru mengalami klorosis parah, terdistorsi, dan terpuntir. Sebagian besar daun yang terbentuk pada kondisi defisiensi B akut akan rontok sebelum mengeras. Daun dewasa menjadi rapuh dan kasar—daun tetap hijau tetapi pembentukan bercak nekrotik di ujung daun sering terjadi dan merupakan gejala yang paling umum. Suberisasi vena juga terjadi.



### Kopi

(*Coffea arabica* and *C. canephora*)

Defisiensi B menyebabkan kematian titik tumbuh terminal. Perkembangan selanjutnya dari dahan sekunder (kadang-kadang sebanyak tujuh pada node yang sama) di bawah tunas terminal yang mati memberikan efek seperti kipas yang khas. Dalam kasus yang parah, dahan sekunder dengan cepat mati sehingga bagian terminal tunas baru mati kembali.



Defoliasi dapat terjadi. Bagian bawah pelepah daun tua yang mengalami klorosis dan daun yang sehat dapat mengalami suberisasi. Hasil produksi akan berkurang secara signifikan karena pembentukan buah yang buruk.

Kematian pucuk terminal dan munculnya daun berkerut menjelang akhir musim kemarau dan pada awal musim hujan (karena berkurangnya penyerapan B dari lapisan tanah atas yang kering) sering kali merupakan tanda pertama bahwa kopi mengalami defisiensi B.

Gejala juga terlihat jelas saat masa berbunga dan setelah pengampingan karena berkurangnya ketersediaan Boron di tanah. Pemberian B pada tanaman kopi utamanya ditujukan untuk mencegah terjadinya gejala defisiensi sementara daripada memperbaiki defisiensi parah yang mengakibatkan kematian cabang yang cukup besar.

## Hop

(*Humulus lupulus*)

Titik tumbuh berubah menjadi cokelat dan mati saat panjangnya hanya beberapa inci. Batang bawah menghasilkan banyak tunas dengan ruas pendek yang banyak di antaranya akan mati, membuat tanaman tampak kerdil dan lebat. Tunas lateral pada tunas yang bertahan hidup juga dapat mengalami nekrotik dan mati meskipun beberapa tunas lateral yang kerdil akhirnya berkembang.

Daun yang dihasilkan pada pucuk tersebut cenderung kecil, terdistorsi, dan bergigi dua (bukan bercuping). Daun penumpu (stipula) awalnya berkembang secara normal, tetapi dengan cepat mengalami nekrotik dari ujung ke bawah seiring bertambahnya usia. Banyak bunga majemuk berubah menjadi cokelat dan mati. Benih kerucut yang terbentuk kecil, longgar, dan tampak hangus, yang dimulai dari ujung dan berlanjut ke pangkal. Hasil panen berkurang secara signifikan. Sistem akar tanaman yang mengalami defisiensi berkembang dengan buruk.

## Teh

(*Camellia sinensis*)

Tanda pertama defisiensi B adalah terhambatnya pertumbuhan tunas terminal yang menjadi tidak aktif. Daun menjadi hijau tua, tebal, dan kasar; dan sering kali cacat dan berkerut. Titik tumbuh akhirnya mati dan, sebagai akibat dari hilangnya dominasi apikal, banyak tunas lateral yang mencoba tumbuh tetapi tunas ini juga mati kembali jika suplai B terbatas. Kumpulan tunas-tunas kecil memenuhi tangkai daun atas setelah serangkaian usaha pertumbuhan tunas yang gagal. Bintik-bintik tembus pandang pada permukaan bawah daun dewasa juga telah dilaporkan, tetapi bintik-bintik tersebut tidak bertahan.

Saat defisiensi berlanjut, muncul sel gabus yang berlebihan—pertama di sisi atas tangkai daun, tetapi kemudian meluas ke vena utama dan lateral yang tampak membentuk garis jaringan gabus pada permukaan atas dan bawah. Vena retak saat gabus berkembang. Garis gabus dapat berkembang pada batang, seperti lentisel memanjang.



### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<i>Granubor (15% B) Fertibor (15% B)</i>	<i>Solubor (20.5% B)</i>	
TANAMAN	KG/HA	KG/HA	L/HA
Kakao	20-40	14-28	280-561
Hop	10-20	7-15	140-280
Teh	6-10	4-7	8-140
	GRAM/SEMAK	GRAM/SEMAK	ML/SEMAK
Kopi	14-31	11-20	384

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<i>Solubor (20.5% B)</i>	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
TANAMAN	KG/HA	L/HA	% W/V
Kakao		0.25	
Teh	2.2	84-2002	0.25
		GRAM/SEMAK	% W/V
Kopi		0.3	

## Pohon Peneduh untuk Pohon Teh

### Dadap

(*Erythrina variegata*)

Daun termuda adalah yang pertama terkena—anak daun kecil dan banyak segmen tidak berkembang, menghasilkan bentuk daun yang sangat sederhana. Saat defisiensi berlanjut, titik tumbuh mati dan diikuti dengan perkembangan banyak tunas dari batang utama.

Retak kulit kayu dan eksudasi getah terjadi ketika defisiensi sangat parah. Nekrosis kambium telah dilaporkan terjadi.

### Ek Perak

(*Grevillea robusta*)

Defisiensi B menyebabkan mati pucuk dan perkembangan tunas samping ganda. Daunnya tumpul, sangat kontras dengan daun runcing yang sehat.

## Serealia dan Tebu

### Jagung

(*Zea mays*)

Distribusi biji yang tidak teratur dan penurunan pertumbuhan secara umum adalah tanda pertama dari defisiensi B.

Defisiensi B yang parah mengakibatkan tongkol jagung bengkok dan pendek dengan ujung yang kurang berkembang dan perkembangan biji yang sangat buruk.

Bintik-bintik kuning atau putih muncul di antara urat daun muda, dan bintik-bintik itu sering menyatu membentuk garis. Garis-garis yang mungkin berkilau dan tampak timbul dari permukaan daun ini biasanya tidak berkembang pada daun yang sudah dewasa. Ujung daun mungkin melengkung. Pemendekan ruas juga terjadi dan sering kali daun muda gagal terbuka. Ada indikasi bahwa jagung dengan lisina tinggi lebih rentan terhadap defisiensi B dibandingkan jagung normal.



### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Granubor (15% B) Fertibor (15% B)		Solubor (20.5% B)	
	KG/HA	KG/HA	KG/HA	L/HA
Jagung: Benam	3-7			280-561
Jagung: Broadcast (sebar)	4-10	3-6		56-140
Padi	3-7	2-4		37-102
Tebu	4-15	3-10		56-196
Gandum	4-15	3-10		56-196
Serealia, umum	3-15	2-10		37-196

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Solubor (20.5% B)	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
	KG/HA	L/HA	% W/V
Jagung	2-4	402-1001	0.5
Padi	2-4	43-1001	0.5
Tebu	3-10	64-2002	0.5
Gandum	3-10	64-2002	0.5
Serealia, umum	2-10	43-2002	0.5

## Padi

(*Oryza sativa*)

Gejala pertama terlihat pada daun termuda yang tidak memanjang dengan baik, tetapi tetap pendek dan sempit. Klorosis putih/kuning samar mungkin terjadi di dekat ujung daun. Daun yang muncul berikutnya terlipat, bengkok, dan hampir berwarna putih. Jika daun tersebut terbuka, sebagian besar helaian daun akan cepat mengering. Ketika defisiensi parah, pertumbuhan terhenti sama sekali.

Daun yang lebih tua awalnya tetap berwarna hijau tua, tetapi kemudian banyak bintik-bintik klorosis putih yang cenderung muncul pada daun muda dan tua. Anakan baru dapat berkembang, tetapi dengan cepat menunjukkan gejala yang sama dan tetap kerdil. Kegagalan total untuk menghasilkan biji telah diamati pada defisiensi B yang parah. Karakteristik akar tanaman yang terkena dampak parah adalah pendek, keras, dan berwarna cokelat muda.

## Sorgum

(*Sorghum vulgare*)

Gejala defisiensi B antara lain guratan putih pada daun muda, daun abu-abu berukuran kecil dengan garis transparan, dan tangkai biji kosong. Selain itu, tangkai biji sorgum mungkin tidak terisi penuh.

## Millet

(*Panicum millaceum*)

Hasil penelitian terbatas pada spesies ini menunjukkan bahwa defisiensi B menghasilkan gejala yang umum pada tanaman sereal; yaitu, guratan putih pada daun muda dan tangkai biji yang kosong.

## Tebu

(*Saccharum officinarum*)

Gejala pertama muncul sebagai bintik-bintik kecil berair yang berkembang sejajar dengan berkas vaskular pada daun muda, menghasilkan garis-garis yang berbeda. Bagian lesi segera membesar dan jaringan daun nantinya dapat terpisah membentuk patahan, tepi bagian dalam bergerigi. Ujung daun dapat mengalami nekrotik, pertumbuhan apikal terhambat, dan daun muda kecil, sempit, dan sedikit mengalami klorosis. Garis-garis kecokelatan internal sering kali berkembang pada, dan sedikit di bawah, titik tumbuh. Tanaman muda bergerombol dengan banyak batang sekunder. Helai daun menjadi putih dan mengering. "Pokkah boeng", penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium moniliforme* dan luka akibat herbisida Dalapon, dapat menyebabkan gejala yang mirip dengan defisiensi B.



**Gandum** (*Triticum spp.*)  
**Barli** (*Hordeum vulgare*)



**Oat** (*Avena sativa*)  
**Gandum hitam** (*Secale cereale*)

Kekurangan B menyebabkan gejala yang sama tanaman-tanaman tersebut. Bintik-bintik klorosis kecil terbentuk di antara vena daun termuda yang tidak terlipat. Bintik-bintik membesar dan menyatu membentuk garis-garis putih unik. Garis-garis ini tidak muncul pada daun dewasa. Pembukaan daun mungkin tertunda dan abnormal. Tangkai biji kopong, mungkin sebagai akibat dari gangguan perkecambahan dan pertumbuhan serbuk sari.

Anda mungkin melihat peningkatan jumlah anakan dan ruas berukuran pendek. Ada indikasi bahwa gandum dan barli yang kekurangan B lebih rentan terhadap jamur (*Erysiphe graminis*) daripada tanaman sehat.

Pemberian B telah diketahui dapat mengurangi munculnya ergot (*Claviceps purpurea*) pada barli. Kemungkinan infeksi difasilitasi oleh kemandulan bunga dan oleh struktur bulir yang terbuka saat defisiensi B terjadi.

---

## Tanaman Obat, Fumitoria, dan Mastikator

### Fenugreek

(*Trigonella foenum-graecum*)

Di lahan, defisiensi B biasanya tampak sebagai pertumbuhan yang terhambat, mengikuti perpanjangan ruas yang buruk; sangat sedikit polong yang terbentuk. Ketika defisiensi lebih parah, titik tumbuh mati dan daun bagian atas kecil dan berbentuk sendok. Batang tanaman kaku dan rapuh, bunga tidak mengembang secara normal.

## Kola

(*Cola nitida*)

Defisiensi B menyebabkan mati pucuk, dan hilangnya dominasi apikal yang mengakibatkan munculnya tunas lateral yang banyak dan pendek. Daun yang cacat sering kali lebar, sangat kecil, tebal, dan bengkok. Internodinya pendek. Defisiensi B menyebabkan pembungaan yang banyak, meningkatkan ukuran bunga, dan menghasilkan lebih banyak bunga betina. Biasanya bunga betina ini tidak berbuah dan gugur. Fruit set berkurang dan terjadi peningkatan munculnya buah partenokarpis.

## Popi

(*Papaver somniferum*)

Pada tanaman yang masih muda, daun menggulung ke belakang di sepanjang pelepah. Kapsul tanaman kerdil atau cacat dan segera membusuk, warnanya berubah menjadi ungu tua.

Tangkai bunga juga menunjukkan warna yang sama. Kematian tanaman dapat dipercepat oleh serangan jamur dan bakteri. Dalam kasus lain, daun mungkin tampak normal tetapi kepala biji muda membiru dan kapsul berubah bentuk. Dalam kapsul ini, pembentukan biji tidak optimal. Tangkai sering kali menunjukkan pembengkakan seperti melepuh dan kemudian terbelah.



## Tembakau

(*Nicotiana tabaccum*)

Gejala khas defisiensi B adalah internode pendek dan mati pucuk pada meristem apikal. Tanda pertamanya adalah perkembangan klorosis basal pada daun termuda. Jika seluruh daun tidak terpengaruh, daun selanjutnya tetap berkembang tetapi terdistorsi. Daun sering kali tumbuh di satu sisi dan bengkok. Demikian juga, batang di dekat pucuk tanaman sering terpuntir.



Setelah kematian titik tumbuh apikal, anakan cenderung berkembang tetapi juga rentan terhadap mati pucuk. Daun menjadi kaku dan rapuh saat dewasa dan akibatnya pelepah daun sering patah.

Ketika defisiensi tidak menjadi akut sampai tahap pembungaan, banyak kuncup bunga yang rontok dan sangat sedikit polong yang terbentuk.

### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<i>Granubor (15% B) Fertibor (15% B)</i>	<i>Solubor (20.5% B)</i>	
TANAMAN	KG/HA	KG/HA	L/HA
Fenugreek	7-28	4-20	102-402
Popi	7-15	4-10	102-196
Tembakau	2-7	1-4	19-94
	ONS/POHON	ONS/POHON	ONS CAIRAN/POHON
Kola	0.3-0.5	0.2-0.4	13

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<i>Solubor (20,5% B)</i>	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
TANAMAN	KG/HA	L/HA	% W/V
Popi	4-10	1001-2022	0.5
Tembakau	1-4	196-1001	0.5
		GALS/POHON	% W/V
Kola		0.25	

### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Granubor (15% B) Fertibor (15% B)		Solubor (20.5% B)	
	KG/HA		KG/HA	L/HA
Kapas	3-14		2-10	46-196
Kenaf	3-7		2-4	37-102
Sisal	3-10		2-7	37-140

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Solubor (20.5% B)	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
	KG/HA	L/HA	% W/V
Kapas	2-10	495-2011	0.5

## Tanaman Serat

### Kapas

(*Gossypium spp.*)

Meski gejala defisiensi B yang parah mungkin tidak sering ditemukan, defisiensi B tanpa munculnya gejala daun dan bunga yang terlihat dapat secara signifikan membatasi hasil panen kapas.



Selain kerontokan bunga dan buah, sejumlah besar gejala pada daun, tangkai daun, bunga, dan buah telah dijelaskan. Namun, kecil kemungkinan munculnya semua gejala pada saat yang sama di satu lahan.

Salah satu gejala yang lebih khas adalah perkembangan gurat (sering kali berbulu banyak) pada tangkai daun. Bagian dalam area tersebut mengalami nekrotik. Tunas terminal sering kali mati dan muncul banyak cabang lateral yang memiliki ruas pendek dan node yang membesar, kemudian berkembang. Daunnya, yang biasanya tidak menunjukkan kelainan apa pun, tetap hijau sampai salju pertama kali turun. Dalam kasus defisiensi yang sangat parah, perkembangan urat yang berlebihan dan abnormal menyebabkan daun menekuk dan bentuk daun tidak beraturan.

Kelopaknya sering kali kusut dan berbentuk tidak normal. Terjadi kerontokan berlebih pada kuncup bunga atau buah muda. Perubahan warna nektar eksternal bunga biasa terjadi. Retakan dapat terjadi pada batang, di dasar kuncup bunga atau buah kapas, dan mungkin ada beberapa eksudasi.

### Kenaf

(*Hibiscus cannabinus*)

Pada tahap awal, tunas berwarna hijau tua dan daun muda mungkin cacat. Pelepah dan urat utama mengalami nekrotik yang mengakibatkan daun melengkung ke belakang. Pada akhirnya, daun muda gagal berkembang dan tunas mengalami mati pucuk. Patah pada tangkai daun yang disebabkan oleh nekrosis internal dapat menyebabkan kematian daun normal. Pertumbuhan akar berkurang dan akar menjadi pendek dan gelap dengan ujung tebal.

### Sisal

(*Agave sisalana*)

Tanda-tanda pertama defisiensi B adalah bintik-bintik kuning, paling banyak di dekat ujung daun, dan di kedua permukaan daun. Kondisi ini diikuti dengan pembentukan lekukan seperti jari yang bercabang dari tepi daun, yang kemudian dapat berubah menjadi suberisasi. Dalam percobaan kultur pasir, ujung daun mungkin bengkok dan tidak ada tulang daun atau menyusut menjadi rambut putih. Dalam kasus defisiensi yang parah, titik tumbuh menjadi tidak teratur dan daunnya pendek, sempit, bengkok, dan kadang-kadang terbelah. Ujung tanaman tampak rata. Tanaman yang kekurangan B mungkin lebih rentan terhadap layu *Fusarium*.

# Bunga dan Tanaman Hias

## Palem kuning

(*Chrysalidocarpus lutescens*)

Daun yang lebih tua menunjukkan klorosis berbintik-bintik, dimulai dari ujungnya. Guratan klorosis melintang yang sempit berkembang di antara pembuluh vena dan guratan tersebut bergabung membentuk lesi nekrotik. Daun termuda dan titik tumbuh akhirnya mati.

## Azalea

(*Rhododendron spp.*)

Bintik-bintik cokelat, yang berubah tembus cahaya, adalah tanda pertama dari defisiensi B dan terlihat pada daun muda yang sedang berkembang. Daun yang berkembang akan cacat dan menunjukkan bercak-bercak nekrotik di sekeliling tepinya. Titik tumbuh apikal mengalami mati pucuk.

## Begonia

(*Begonia spp.*)

Tunas dan daun baru menunjukkan kondisi roset dengan kerutan di ujung daun yang kemudian menjadi nekrotik. Pertumbuhan umumnya terhambat. Umbi memiliki bercak atau nodul gabus.

## Anyelir

(*Dianthus caryophyllus*)

Sering terjadinya pembelahan kelopak merupakan tanda pertama defisiensi B. Daun terbelah di bagian node dan kuncup bunga gugur. Jika kuncup tidak gugur, ada beberapa kelopak yang mengering dan tebal. Bercak merah, yang muncul di sepanjang vena sentral pada daun bagian bawah, kemudian menyebar ke daun dan menjadi nekrotik. Daun cenderung berbentuk sendok dengan ujung bergerigi. Tunas lateral paling atas mungkin tampak seperti "sapu penyihir". Produksi bunga keseluruhan maupun hasil bunga yang dapat dipasarkan dapat ditingkatkan dengan pemberian B. Jika suplai B sedikit, pengampingan dapat secara nyata meningkatkan pembelahan kelopak tanpa adanya suplai B dalam unsur hara cair atau pupuk.



## Krisan

(*Chrysanthemum spp.*)

Dalam kasus defisiensi B ringan, kelopak bunga gagal membuka dengan benar dan menjadi "berduri". Jika defisiensi parah, gejala yang muncul adalah daun yang rapuh dan jaraknya berdekatan. Beberapa



daun melengkung ke bawah dan ujung daun mengalami klorosis dan akhirnya mati. Pada pelepah tua, defisiensi B menyebabkan kerdil dengan batang meruncing secara tiba-tiba. Bunga dan buahnya kecil dan sering kali mati pada perbungaan yang kerdil. Mungkin terjadi beberapa kehilangan warna bunga. Jika defisiensi akut, kuncup gagal membuka dengan benar. Kematian titik tumbuh diikuti oleh pembentukan tunas ganda.

## Cyclamen

(*Cyclamen spp.*)

Tanda pertama dari defisiensi B adalah perkembangan bercak kuning yang tidak merata pada lamina yang dekat dengan tangkai daun dan vena utama. Bercak menjadi nekrotik dan, dalam kasus yang parah, daun akan mati.

## Dracaena sanderiana

Nekrosis marginal tebal berkembang pada daun, yang cenderung kasar.

## Gardenia

(*Veitchii spp.*)

Daun muda mengalami klorosis dan timbul bercak-bercak nekrotik. Daun baru sangat berkerut dan cacat. Titik tumbuh akhirnya mati dalam kasus defisiensi B yang parah.

## Geranium

(*Pelargonium hortorum*)

Daun menjadi sangat rapuh dan mengerut. Lesi kecil yang berkembang pada daun muda akhirnya membentuk lubang.

## Gerbera

(*Gerbera*)

Gejala pertama terjadi pada bunga, yang cacat dan memiliki kelopak yang lebih sedikit. Produksi serbuk sari terbatas dan stigma tidak ada atau kurang berkembang. Panjang tangkai berbunga pendek dan dapat terbelah.

Cukup perhatikan gejala daun setelah melihat gejala pada bunga dan jika defisiensinya lebih parah. Klorosis dapat terjadi dan bintik-bintik merah/ungu berkembang di dekat tepi dan ujung daun yang lebih tua. Daun muda cacat, sering kali melengkung, berkerut, dan jauh lebih tebal daripada daun yang sehat.

## Gladiol

(*Gladiolus spp.*)

Gejala defisiensi B antara lain tepi daun pecah-pecah (terutama pada daun pertama yang muncul), guratan tembus pandang di antara urat, ujung daun bengkok, dan kelopak bawah tidak dapat mengembang secara normal. Kelopak bunga berbintik-bintik dan batang bunga mungkin berongga, kurang empulur normal.

## Gloxinia

(*Sinningia speciosa*)

Penghitaman dan layu daun yang cepat diikuti dengan kematian titik tumbuh. Umbi memiliki nodul gabus.

## Karet kebo

(*Ficus elastica*)

Defisiensi B menyebabkan pengerdilan dan malformasi daun kecil yang belum dewasa bersama-sama dengan nekrosis titik tumbuh. Daun muda cenderung menunjukkan belahan melintang yang mengeluarkan lateks.

## Larkspur

(*Delphinium spp.*)

Pertumbuhan ujung tunas terhenti. Daunnya mengalami klorosis dan mati pucuk. Tangkainya pendek.

## Nasturtium

(*Tropaeolum majus*)

Pertumbuhan titik tumbuh, yang biasanya berwarna hijau tua, sangat berkurang. Daunnya kecil dan cacat.

## Poinsettia

(*Euphorbia pulcherrima*)

Tunas, terutama yang dekat ujung, berhenti tumbuh. Daun terminal muda tebal dan cenderung menggulung. Tulang daun di bagian bawah daun mungkin retak dan daun pelindung, yang berkembang perlahan, tidak normal.

## Piretrum

(*Chrysanthemum cinerariaefolium*)

Defisiensi B menyebabkan perkembangan bunga yang bentuknya tidak normal dan cacat yang mati pucuk. Ukuran bunga tepi dapat berkurang menjadi sepertiga dari panjang normalnya. Ujung bunga tidak rata dan mungkin hanya terbentuk pada sebagian sisi. Dalam beberapa kasus, bunga tepi mungkin sama sekali tidak ada.

## Mawar

(*Rosa spp.*)

Daunnya cacat dan memanjang dengan gerigi tidak beraturan. Hilangnya dominasi apikal menyebabkan banyak percabangan batang berbunga yang cacat. Kelopak mungkin memiliki tepi yang bergerigi dan menunjukkan pigmentasi tidak teratur. Dalam kasus defisiensi B yang parah, nekrosis titik tumbuh dan pucuk berbunga mungkin terjadi.

### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Granubor (15% B) Fertibor (15% B)		Solubor (20.5% B)	
	KG/HA		KG/HA	L/HA
Anyelir	6-14		4-10	102-196
Krisan	3-14		2-10	37-196
Gladiol	3-14		2-10	37-196
Mawar	6-14		4-10	102-196
Bunga, umum	3-14		2-10	37-196

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Solubor (20.5% B)		
	KG/HA	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
Gladiol	2	2002	0.1
Mawar	4	2498	0.2
Bunga, umum	2	1001	0.2

## Matthiola

(*Matthiola spp.*)

Titik tumbuh mati dan daun muda menebal dan terdistorsi.

## Kacang manis

(*Lathyrus odoratus*)

Daun cenderung mengalami klorosis. Titik tumbuh cepat mati jika defisiensi parah.

## Tulip

(*Tulipa spp.*)

Kelopak berubah warna, sering kali dengan bercak putih di tengah atau tepi bunga. Bunga dan batang yang kerdil mudah patah. Umbi menunjukkan sedikit warna kecokelatan.

## Zinnia

(*Zinnia spp.*)

Defisiensi B menyebabkan kerutan dan deformasi yang nyata pada daun muda yang menjadi tebal dan rapuh. Klorosis dapat terjadi, yang dimulai dari tepi daun.

# Tanaman pakan ternak

## Tanaman pakan legum

Terlepas dari kebutuhan B normal untuk pertumbuhan dan perkembangan, tanaman ini memiliki kebutuhan B khusus untuk nodulasi dan fiksasi nitrogen, yang biasanya terganggu pada tanaman yang mengalami defisiensi B. Seperti pada kebanyakan tanaman, defisiensi boron memiliki efek yang nyata pada pertumbuhan akar yang dengan sendirinya akan mengurangi nodulasi.

### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Granubor (15% B) Fertibor (15% B)	Solubor (20.5% B)	
	KG/HA	KG/HA	L/HA
Alfalfa	6-26	4-20	102-401
Semanggi: Alsike, Crimson, Ladino, Merah, dan Putih	6-10	4-6	102-140
Semanggi: Berseem, Burr, Subterranean, dan Manis	6-14	4-10	102-196
Rumput, umum	3-6	2-4	37-102
Kale	6-14	4-10	102-196
Sesawi	6-14	4-10	102-196
Trefoil	6-18	4-12	102-243
Vetch, Berbulu, dan Biasa	6-14	4-10	102-196

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Solubor (20.5% B)	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
	KG/HA	L/HA	% W/V
Alfalfa	4-10	1001-2002	0.5
Semanggi: Alsike, Crimson, Ladino, Merah, dan Putih	4-6	1001-1403	0.5
Semanggi: Berseem, Burr, Subterranean, dan Manis	4-10	1001-1403	0.5
Kale	4-10	1001-2002	0.5
Trefoil	4-10	1001-2002	0.5

## Alfalfa

(*Medicago sativa*)

Dalam tingkat yang paling ringan, defisiensi B pada alfalfa mungkin tidak disadari—tampak sebagai pengurangan pembungaan dan pembentukan biji. Kasus defisiensi ringan tersebut jarang terdeteksi pada hasil jerami dari satu pemotongan. Namun, berkurangnya pembungaan dapat menunda pemotongan dan menghasilkan kualitas jerami yang lebih buruk. Akibatnya, jumlah total jerami berkurang.



Gejala utama defisiensi B adalah daun bagian atas yang menguning dan memerah. Saat defisiensi berlanjut, ruas-ruas pertumbuhan atas menjadi semakin pendek dan cabang-cabang samping yang pendek menyebabkan tanaman tampak seperti "roset". Pada tahap ini, titik tumbuh menjadi dorman atau mati.

Defisiensi B berhubungan erat dengan stres akibat kelembapan dan kekeringan. Penguningan pada alfalfa yang disebabkan oleh defisiensi B sering disalahartikan sebagai kerusakan tanaman karena kekeringan. Pembungaan sering berkurang dan bunga gugur sebelum biji terbentuk. Gejala defisiensi B dibandingkan dengan cedera akibat wereng daun, defisiensi kalium, dan penyakit tertentu yang menyebabkan daun bagian bawah dan atas menguning. Dalam kasus defisiensi B, penguningan terbatas pada daun bagian atas dan tidak terjadi secara acak seperti halnya cedera wereng daun.

## Rumput Bermuda

(*Cynodon dactylon*)

Gejala defisiensi B yang paling umum adalah penurunan hasil daun, terutama selama pemotongan akhir musim semi dan awal musim panas ketika kondisi cuaca panas dan kering.

## Rumput Buffel

(*Cenchrus ciliaris*)

Daun yang baru muncul gagal membuka gulungannya. Daun tetap putih, layu, kemudian mengalami mati pucuk. Ujung daun yang lebih tua juga dapat mengalami mati pucuk. Tepi daun mungkin retak dan muncul guratan putih yang menyatu, sering berkembang di antara urat daun. Tanaman cenderung kerdil, tetapi jumlah anakan tidak berkurang.

## Semanggi

Produksi biji sangat sensitif terhadap defisiensi B. Tanaman yang tidak menunjukkan gejala yang jelas atau yang pertumbuhannya hanya sedikit meningkat karena pemberian B dapat merespons secara dramatis pemberian B pada tahun produksi biji.

Boron dibutuhkan untuk perkecambahan serbuk sari dan pertumbuhan batang yang tepat. Ada juga bukti bahwa peningkatan sekresi nektar (dan kemungkinan modifikasi bunga) yang disebabkan oleh pemberian B dapat meningkatkan jumlah lebah yang hinggap di bunga semanggi, dan karenanya meningkatkan pembentukan biji.

## Semanggi Alsike

(*Trifolium hybridum*)

Tanaman mengalami pengerdilan. Daun cenderung menunjukkan penguningan interveinal dan sering tampak sedikit memerah dengan urat daun yang tetap berwarna hijau tua. Daun di ujung pucuk mengalami cacat. Batang bunga pendek dan beberapa kepala bunga cenderung berkembang. Perkecambahan serbuk sari dan pertumbuhan batang putik tidak optimal bila serbuk sari atau putik kekurangan B.

## Gulma Burr

(*Medicago hispida*)

Ukuran tanaman berkurang dan daun muda di dekat titik tumbuh terpelintir, menebal, dan melengkung di tepi daun.

## Crimson clover

(*Trifolium incarnatum*)

Crimson clover dinilai, bersama dengan alfalfa dan semanggi berseem (*T. alexandrinum*), sangat sensitif terhadap defisiensi B. Gejala defisiensi B sangat mirip dengan gejala pada semanggi lainnya, yaitu pengerdilan dan diikuti malformasi daun dan pucuk muda, dengan munculnya warna merah dan kuning pada daun.

## Semanggi merah

(*Trifolium pratense*)

Jika defisiensi B terjadi pada bibit yang sangat muda, daun pertama berukuran kecil dan bentuknya tidak sempurna. Daun muda berukuran kecil dan cacat, dan akhirnya mengalami mati pucuk. Muncul warna merah dan ungu pada daun (terkadang setelah terjadinya klorosis secara umum). Warna tersebut biasanya lebih jelas di permukaan bawah daun. Tepi daun dapat mengalami nekrotik. Bintik merah mungkin muncul pada daun unifoliate yang lebih tua. Pada tanaman yang lebih tua, pertumbuhan secara bertahap terhambat dengan batang yang sering membengkak dan menebal di dekat titik tumbuh.

## Semanggi (lanjutan)

### Semanggi subterranean

(*Trifolium subterraneum*)

Gejala pertama muncul pada daun muda yang mengalami klorosis, kerdil, dan bentuknya cacat. Daun yang lebih tua biasanya menunjukkan beberapa pigmentasi ungu atau merah yang intens di sepanjang tepi daun. Pertumbuhan batang berkurang. Pembentukan dan kualitas benih mungkin terganggu sehingga menyebabkan regenerasi yang buruk.

### Semanggi manis

(*Melilotus spp.*)

Daun menjadi berwarna merah dan kemudian kuning. Pertumbuhannya lambat dan kerdil.

### Semanggi putih

(*Trifolium repens*)

Jika defisiensi B terjadi pada bibit yang sangat muda, daun pertama berukuran kecil dan bentuknya tidak sempurna. Bintik merah mungkin muncul pada daun unifoliolate yang lebih tua. Pada tanaman yang lebih tua, pertumbuhan secara bertahap terhambat dengan batang yang sering membengkak dan menebal di dekat titik tumbuh. Daun muda berukuran kecil dan cacat, dan akhirnya mengalami mati pucuk. Muncul warna merah dan ungu pada daun (terkadang setelah terjadinya klorosis secara umum). Warna tersebut biasanya lebih jelas di permukaan bawah daun. Tepi daun dapat mengalami nekrotik.



### Kale

(*Brassica oleracea var. acephala*)

Daun kale yang mengalami defisiensi B tampak keriting, menggulung, dan sedikit klorosis atau belang-belang, khususnya di sekitar tepi daun. Titik tumbuh mati jika defisiensi parah dan digantikan oleh tunas lateral. Area cokelat dan basah mungkin muncul di empulur batang yang mungkin juga berlubang.

### *Leucaena leucocephala*

Titik tumbuh menjadi cacat dan daun muda menebal dan berwarna hijau tua. Rakis membungkuk ke bawah. Pinnules sempit dan ukurannya tidak seragam. Perkembangan aksila mungkin terjadi. Akar berwarna gelap, kerdil, dan menunjukkan sedikit percabangan.

### *Lotononis bainesii*

Daun muda tebal dan berwarna hijau tua dengan daun lateral tidak berbentuk dan ukurannya tidak seragam. Daun kecil melengkung ke belakang. Pada daun yang lebih tua, dapat terjadi beberapa klorosis vena yang diikuti dengan hilangnya turgor. Kemungkinan muncul banyak tunas baru yang cacat.

Daun mungkin menunjukkan pigmentasi merah di sekitar tepi daun. Pertumbuhan akar terhambat dengan akar yang tebal dan berwarna gelap.

### Sesawi

(*Sinapis alba*)

Tanaman sesawi yang mengalami defisiensi B menjadi kerdil dan memiliki daun kasar yang menggulung ke bawah dari ujungnya. Daun mungkin menunjukkan sedikit penguningan yang terkadang berkembang ke seluruh permukaan daun. Jumlah tangkai yang berbunga berkurang dan mungkin terjadi kerontokan kelopak secara mendadak. Perkembangan tunas lateral dari sumbu daun yang lebih tua umum terjadi.

### *Neonatonia wightii*

Pada tahap awal, daun dan pucuk berwarna hijau tua. Daun tanaman tebal dan sempit, serta berbentuk tidak normal, dengan dua daun lateral yang ukuran dan bentuknya tidak sama. Ketika defisiensi parah, ujung pucuk mengalami nekrotik dan pertumbuhan sekunder dimulai. Pada tanaman yang lebih tua, defisiensi ringan ditandai dengan warna kuning dan oranye di daun bagian atas.

Pertumbuhan akar berkurang, percabangan sedikit, dan ujung akar berwarna cokelat dan bulat.

### Panicum

(*Panicum maximum*)

Titik tumbuh mati, menyebabkan gangguan pertumbuhan, dan anakan berlebihan. Daunnya pendek dan berwarna hijau tua. Guratan putih muncul di dekat tepi daun yang sejajar dengan urat daun.

### Paspalum

(*Paspalum dilatatum*)

Garis-garis putih muncul pada daun termuda tanaman yang kekurangan B. Tepi daun cenderung menggulung ke bagian dalam dan helaian daun kerdil. Pada akhirnya, titik tumbuh mati dan jumlah anakan meningkat.

### Rumput Perennial Afrika

(*Setaria sphacelata*)

Ruas pendek dan pelepah daun menghasilkan gugusan daun di bagian atas setiap anakan. Mati pucuk terjadi pada beberapa anakan setiap tanaman. Jika berkembang, kepala bunga biasanya gagal muncul sepenuhnya.

### *Phaseolus atropurpureus*

Gejala pertama kali muncul pada daun yang paling muda, yang berwarna hijau tua, tebal, keruh, dan rapuh. Pertumbuhan sekunder baru juga akan terpengaruh. Akar berwarna cokelat dan ujungnya bengkak.

## Rumput Rhodes

(*Chloris gayana*)

Garis-garis putih muncul di antara urat daun, terutama di dekat tepi daun pada daun termuda dari tanaman yang kekurangan B. Daun tampak cenderung menggulung ke dalam. Saat defisiensi menjadi lebih parah, muncul guratan putih yang lebih besar dan lebih banyak, diikuti daun yang lalu dan mati segera setelah guratan tersebut muncul. Ada peningkatan jumlah anakan dan kematian beberapa titik tumbuh dapat terjadi.

## Townsville stylo

(*Stylosanthes humilis*)

Tanaman yang kekurangan B tampak lesu dan memiliki batang tebal berwarna hijau tua dan ruas yang pendek. Daun muda mungkin mengalami klorosis interveinal yang tidak teratur dan menunjukkan sedikit warna merah dan kuning.

Daun yang muncul dan yang baru saja melebar sering kali hampir berwarna normal tetapi bentuknya tidak normal, dengan ukuran daun yang tidak merata.

## Trefoil

(*Lotus corniculatus*)

Gejala yang muncul sangat mirip dengan yang dijelaskan pada *T. repens* (semanggi putih) dan *T. pretense* (semanggi merah).

---

# Tanaman Buah dan Kacang

## Acerola

(*Malpighia puniceifolia*)

Pertumbuhan tanaman terhambat. Daun menunjukkan klorosis apikal yang berubah menjadi nekrotik. Produksi buah kemungkinan akan sangat terbatas.

## Almon

(*Prunus amygdalus*)

Cabang muda mengalami mati pucuk dari ujung dan perkembangan tunas dari dekat pangkal cabang menimbulkan efek "sapu penyihir". Perkembangan kacang yang buruk dan buah yang jatuh secara prematur dapat terjadi. Kacang menjadi berwarna kekuningan dan kemudian bisa menghitam. Area bergetah cokelat di kacang mungkin tampak menonjol di permukaan.

## Aonla

(*Emblica officinalis*)

Nekrosis buah sering kali berkaitan dengan defisiensi B. Jaringan mesokarp berubah warna menjadi kecokelatan dan akhirnya jaringan yang terkena meluas ke permukaan buah sehingga menghasilkan area yang gelap.

## Apel

(*Malus sylvestris*)

Defisiensi B menyebabkan munculnya gejala retak dan gabus eksternal pada buah. Hal ini dapat terjadi meskipun dedaunan tidak menunjukkan gejala, seperti rosetting daun rapuh yang menebal dan mati pucuk.



Kerontokan buah prematur terjadi dan kualitas buah dapat sangat terganggu oleh pembentukan gabus. Jika gabus internal berkembang di awal musim, buah yang terkena akan menjadi cacat parah.

Dalam kasus yang parah, area mati muncul di kulit cabang muda (campak apel). Kulit kayu mungkin menjadi kasar dan retak. Defisiensi B dapat memengaruhi translokasi kalsium di pohon dan dengan cara ini B dapat dikaitkan dengan "bitter pit."

## Aprikot

(*Prunus armeniaca*)

Buah menunjukkan retakan parah, gabus internal (terutama di sekitar biji), dan kecenderungan pematangan dini di tengahnya. Area kering cokelat juga dapat muncul di permukaan buah. Daunnya sempit, rapuh, dan sering kali melengkung di tepinya. Terjadi mati pucuk pada cabang.

## Alpukat

(*Persea americana*)

Defisiensi B dapat menyebabkan kematian bertahap pada titik tumbuh apikal dan aksilar, daun terdistorsi, agak berkerut, sering kali berbentuk lanset, dan memiliki bercak nekrotik, buah cacat, bintik-bintik nekrotik pada buah dan biji, jaringan batang seperti spons, fruit set buruk dari pemanjangan tabung serbuk sari yang tidak tepat, pelepasan dan urat daun utama pada permukaan bawah daun sering terbelah dan mengalami suberisasi. Ranting muda mungkin membengkok dan menunjukkan area gabus internal.



Penelitian telah menunjukkan bahwa pemberian B pada alpukat yang terkena defisiensi B dapat meningkatkan hasil panen, meningkatkan kualitas buah yang dihasilkan, dan memperkuat perkembangan akar.

## Pisang

(*Musa spp.*)

Ekspansi yang tidak sempurna dan pembukaan daun termuda mungkin merupakan gejala defisiensi B yang paling khas. Dalam kasus yang sangat parah, klorosis interveinal dan malformasi daun akan terjadi. Daunnya mungkin berukuran kecil, menggulung, dan tidak berkembang sempurna. Perkembangan anakan cenderung sangat buruk.



Pertama, defisiensi B menghasilkan perkembangan garis-garis klorosis kecil yang tegak lurus dan melintasi urat utama helaian daun. Saat defisiensi menjadi lebih parah, guratan klorotik menjadi lebih panjang dan lebih pekat yang akhirnya meluas ke seluruh area daun. Dalam beberapa kasus, bintik ini tampak seperti tonjolan kecil di permukaan bawah.

Guratan daun telah tercatat dalam kasus defisiensi B. Namun, guratan tersebut biasanya menyatu, membentuk gerombolan, dan akhirnya menjadi area nekrotik yang besar. Defisiensi B dibedakan dari defisiensi belerang dengan tidak munculnya bercak nekrotik dan munculnya daun yang cacat.

Penghitaman pada bagian tengah daging buah telah diamati dalam percobaan kultur pasir. Di lapangan, adanya endapan bergetah berwarna kuning (kebanyakan di arah ujung bunga) juga dikaitkan dengan defisiensi B.

## Blackberry

(*Rubus spp.*)

Tunas terminal berhenti tumbuh. Banyak cabang pendek berkembang di bawah ujung tunas.

## Bluberi

(*Vaccinium spp.*)

Gejala defisiensi B serupa telah dijelaskan untuk *V. corymbosum* (bluberi highbush) dan *V. angustifolium* (bluberi lowbush). Tanda pertamanya adalah munculnya lesi nekrotik kecil yang berkaitan dengan urat daun termuda yang tidak mengembang. Lesi tersebut menyatu, menyebabkan daun melengkung ke belakang. Kondisi ini diikuti oleh mati pucuk terminal dan tumbuhnya tunas baru. Kerontokan daun mungkin terjadi dan daun bagian bawah yang tersisa menjadi berwarna biru-hijau tua. Internodennya pendek.

## Jambu mete

(*Anacardium occidentale*)

Tanda pertama terjadinya defisiensi B adalah pembengkakan bagian terminal batang, yang diikuti dengan nekrosis batang di area yang sama. Bintik-bintik nekrotik dapat muncul secara acak di atas permukaan daun. Daun termuda cenderung berubah bentuk, menyempit, dan menggulung. Jika defisiensinya parah, titik tumbuh mati dan tunas aksiler berkembang.



## Cherimoya

(*Anona cherimolia*)

Daunnya keras, tebal, dan cenderung melengkung ke belakang. Awalnya daun berwarna hijau tua, tetapi kemudian menunjukkan klorosis yang tidak teratur ke bagian belakang. Awalnya daun berwarna hijau tua, tetapi kemudian menunjukkan klorosis yang tidak teratur. Pertumbuhan longitudinal terhenti dan titik tumbuh mati. Tunas samping juga mengalami mati pucuk.

## Ceri

(*Prunus cerasus*)

Buah pohon ceri yang kekurangan unsur B mengalami klorosis pucat pada kulit buah yang dapat pecah. Muncul bercak abu-abu di buah. Daunnya kecil, melengkung, dan sering kali berwarna kuning dengan urat daun merah. Tepi daun bergelombang. Mati pucuk pada cabang, yang tampak jelas pada musim semi, diikuti oleh perkembangan tunas yang lebih rendah sehingga menimbulkan kondisi bercabang berlebihan yang dikenal sebagai "sapu penyihir." Bunga gagal berkembang.

## Jeruk

(*Citrus spp.*)

Gejala defisiensi B pada daun pada jeruk tidak terlalu khas. Dugaan defisiensi berdasarkan gejala daun harus dikonfirmasi dengan gejala buah. Tanda-tanda pertama muncul pada daun yang lebih muda sebagai bercak basah yang berubah tembus cahaya. Urat daun cenderung tebal, pecah-pecah, dan sedikit bergabus. Daun muda layu, keriting, dan kusam dengan warna hijau kecokelatan. Mati pucuk pada daun umum terjadi. Eksudat bergetah mungkin muncul pada ranting dan tangkai buah.



### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Granubor (15% B) Fertibor (15% B)	Solubor (20.5% B)	
	KG/HA	KG/HA	L/HA
Almon	18-36	14-30	300-598
Pisang	13-24	10-20	196-402
Blackberry	6-13	4-10	103-196
Bluberi	3-13	2-10	37-196
Jambu mete	6-13	4-10	103-196
Beri	6-13	4-10	103-196
Tin	6-13	4-10	103-196
Anggur	13-45	10-34	196-705
Nanas	6-13	4-10	103-196
Plantain	13-36	10-30	196-598
Rasberi	6-25	4-20	103-402
Stroberi	3-6	2-4	37-103
	ONS/POHON	ONS/POHON	ONS CAIRAN/POHON
Apel	3.5-12.4	70-250	1478-5027
Aprikot	3.5-7.1	70-138	1478-5027
Alpukat	2.5-7.1	51-150	1005-2957
Ceri	3.5-8.8	70-178	1478-3548
Jeruk	1.4-3.5	31-70	502-1478
Pepaya	0.1-0.4	3-8.5	118-236
Persik	2.5-3.5	51-70	1005-1478
Pir	3.5-12.4	70-250	1478-5026
Prem	3.5-7.1	70-138	1478-2957
Kenari (>10 thn.)	hingga 75	hingga 26.5	

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Solubor (20.5% B)	
% W/V	L/HA	
Apel	0.20	1001-2002
Pisang	1.0	505-1001
Ceri	0.25	1001-2002
Jeruk	0.25	1001-2002
Anggur	0.25	2002-4004
Pepaya	0.3	1001-2002
Persik	0.25	1001-2002
Pir	0.25	1001-2002
Nanas	0.25	2002-4004
Plum	0.25	1001-2002

Buahnya yang berukuran kecil akan mengerut dan menjadi keras di pohon. Pembentukan getah internal menjadi gejala khas, biasanya di albedo tetapi juga dapat muncul di empulur. Biasanya, area yang bergetah tidak akan terlihat kecuali buahnya dipotong. Fitur ini membantu membedakan defisiensi dari penyakit impietratura. Kulit buah tebal dan buahnya memiliki sedikit sari buah.

Rontok buah muda secara berlebihan, menyebabkan hasil panen yang sangat buruk. Ini mungkin tanda pertama defisiensi B. Biji cenderung kurang berkembang dan kulit bijinya gelap dan keriput.

### Redcurrant

*(Ribes sativum)*

Gejala utamanya adalah tangkai daun dan lamina daun termuda yang mengerut dan menghitam. Tepian daun di sekitarnya berwarna coklat muda.

### Kurma

*(Phoenix dactylifera)*

Titik tumbuh hampir mati dan akhirnya mati, dengan daun termuda yang mengalami nekrotik.

### Buah tin

*(Ficus carica)*

Tunas terminal berhenti berkembang, diikuti dengan munculnya banyak cabang aksila tepat di belakang ujungnya. Daunnya mengalami klorosis, nekrotik di dekat tepi daun dan bentuknya tidak normal. Internodena pendek.

### Anggur

*(Vitis vinifera)*

Defisiensi B mengurangi fruit set dengan tandan buah kecil tanpa biji dan tandan buah dengan ukuran beragam—"induk dan anak ayam." Dalam kasus yang parah, tidak ada buah normal yang berkembang. Daun muda menunjukkan klorosis interveinal.

Dan jika defisiensi parah, daun dapat mengalami cacat. Internodena pendek dan titik tumbuh akhirnya mati.



### Pepaya

*(Carica papaya)*

Salah satu tanda awal defisiensi B adalah klorosis ringan pada daun dewasa, yang rapuh dan cenderung melengkung ke bawah. Eksudat "lateks" putih dapat mengalir dari retakan di



bagian atas batang, dari tangkai daun, dan dari bagian bawah urat daun utama dan tangkai daun. Matinya titik tumbuh diikuti dengan regenerasi tunas samping yang akhirnya mati.

Pada tanaman berbuah, indikasi paling awal yang muncul adalah rontoknya bunga. Saat buah berkembang, kemungkinan muncul lateks putih. Setelahnya, buah menjadi cacat dan menggumpal. Deformasi sangat mungkin disebabkan oleh pembuahan yang tidak sempurna karena sebagian besar biji dalam rongga biji tidak subur, kurang berkembang, atau tidak ada sama sekali. Jika gejalanya mulai muncul saat buah masih sangat muda, maka sebagian besar buah tidak tumbuh ke ukuran normal.

### Persik

*(Prunus persica)*

Gejala defisiensi B yang umum terjadi adalah daun kecil, tebal, cacat, dan rapuh di cabang dengan ruas pendek. Mati pucuk yang disertai air diikuti dengan percabangan yang berlebihan.

Urat dan pelepah daun tampak menonjol dan sering kali terlibat seperti gabus dan berwarna merah. Kulit kayu mungkin terbelah dan memiliki lentisel yang menonjol. Terjadi penurunan fruit set. Banyak buah yang kecil dan abnormal, dengan bercak nekrotik internal dan terkadang tanpa biji. Buah dapat mengalami keretakan.

Persik sangat sensitif terhadap kelebihan B. Keracunan B dapat menyebabkan kerontokan kuncup bunga dan bunga.

### Pir

*(Pyrus communis)*

Buah menjadi cacat dengan gabus yang berkembang di bawah lekukan besar. Daun bagian atas kecil dan menangkup. Cabang-cabang kecil mati jika defisiensi semakin parah.

### Pecan

*(Carya illinoensis)*

Area kecil yang berair berkembang pada daun yang normal. Area ini berubah menjadi keunguan, kemudian menjadi coklat kemerahan. Saat defisiensi semakin parah, lebih banyak bintik muncul tetapi tidak menyatu. Daun bagian bawah pada rakis berkembang secara normal, tetapi daun distal mengecil. Internodena pendek dan terjadi mati pucuk pada titik tumbuh.

## Nanas

(*Ananas comosus*)

Defisiensi B dapat menyebabkan buah cacat, pangkal buah rusak, pemisahan dan keretakan buah, fruit set yang buruk, dan kadar gula berkurang.

Beberapa gejala daun telah dilaporkan. Dalam kasus yang sangat parah, titik tumbuh bisa mati, yang diikuti dengan perkembangan tunas samping dan anakan yang banyak. Pertumbuhan akar buruk. Akar utama mungkin berwarna cokelat dengan sedikit akar serabut. Defisiensi lebih jelas terlihat pada ratun daripada pada tanaman yang dibudidayakan.

Penelitian telah menunjukkan bahwa pemberian B pada nanas yang terkena defisiensi B dapat meningkatkan kandungan gula, meningkatkan kualitas buah yang dihasilkan, dan memperkuat perkembangan akar dan tunas tangkai buah (slip). Boron juga telah terbukti bermanfaat ketika menambahkan ethephon untuk menginduksi pembungaan.

## Plum

(*Prunus domestica*)

Mati pucuk dan kerontokan daun, terutama pada cabang atas, mungkin terjadi. Namun gejala utama defisiensi B muncul pada buah. Area cekung berwarna cokelat muncul di daging buah dan terkadang kantong getah juga terbentuk. Terjadi percabangan majemuk, terutama di pucuk-pucuk pohon. Pembungaan jarang terganggu oleh defisiensi B, tetapi karena banyak bunga yang gagal berkembang, biasanya terjadi penurunan fruit set yang nyata.

## Rasberi

(*Rubus idaeus*)

Kegagalan batang berbuah untuk berkembang secara normal di musim semi adalah salah satu tanda pertama terjadinya defisiensi B. Kematian tunas pada batang dan kegagalan untuk menghasilkan lateral yang normal membuat semak tampak menderita "mati pucuk". Produksi buah pada tanaman tersebut akan berkurang secara signifikan.

Tunas yang berkembang cenderung memiliki daun yang cacat dengan beberapa nekrosis tepi dan tangkai daun yang sangat besar. Terjadi nekrosis empulur. Pada tunas yang tidak terlalu parah, daunnya kecil, tipis, dan menjorok ke dalam, tampak seperti "berbulu". Pengerutan daun juga terjadi. Kurangnya perkembangan batang tua sering mengakibatkan banyaknya batang baru dari pangkal tanaman yang biasanya akan memiliki daun yang cukup normal.

## Stroberi

(*Fragaria spp.*)

Gejala pertama muncul pada daun muda sebagai nekrosis tepi daun. Daun-daun ini cenderung berbentuk tidak normal (sering "berbentuk kotak"), menangkup dan ukurannya kecil. Banyak tunas lateral kecil mungkin muncul di crown, tetapi perkembangannya sangat terbatas. Tanaman stolon menjadi semakin kerdil dengan daun berukuran kecil yang mengalami klorosis. Defisiensi B juga menyebabkan distorsi buah, yang mungkin disebabkan oleh pembuahan yang tidak sempurna. Buah dapat pecah sebelum matang dan bercak gabus mungkin muncul. Daging buah memiliki tekstur yang kasar. Pada tahap terakhir, bunga gagal menghasilkan buah.

## Walnut

(*Juglans regia*)

Bercak nekrotik yang besar dan tidak teratur berkembang di antara urat daun, terutama pada daun terminal. Jika defisiensi parah, daun tanaman terpuntir dan uratnyanya sangat menonjol. Mati pucuk dari ujung pucuk menghasilkan cabang tanpa daun yang sangat jelas. Kacang tidak tumbuh dengan normal dan penurunan hasil panen yang signifikan dapat terjadi. Pohon walnut biasanya tidak membutuhkan B hingga mencapai usia subur (12 tahun).

---

# Tanaman Penghasil Minyak

## Kanola

(*Brassica napus var. oleifera*)

Kanola (minyak rapeseed), seperti semua kerabatnya dalam keluarga Brassica, memiliki kebutuhan B yang sangat tinggi dan sangat dipengaruhi oleh defisiensi B. Produksi biji kanola sangat bergantung pada unsur B—sedemikian rupa sehingga hasil panen bijinya berlipat ganda ketika 2 pon B per acre diberikan pada ladang kanola yang tidak menunjukkan kelainan visual.

Kanola membutuhkan lebih banyak B dalam semua tahap pertumbuhan—vegetatif dan berbunga—daripada kebanyakan tanaman lainnya. Meski defisiensi B dapat secara nyata memengaruhi pertumbuhan vegetatif, lebih sering ditemukan bahwa hasil panen berkurang bahkan ketika tanaman tidak menunjukkan gejala yang jelas. Hal ini mungkin disebabkan oleh kebutuhan akan B dalam proses penyerbukan dan karena sedikit defisiensi dapat mengakibatkan pembentukan biji yang buruk, meskipun polong dapat terbentuk. Area nekrotik cokelat yang terbentuk di empulur batang mungkin merupakan salah satu tanda awal defisiensi B.

Jika defisiensinya parah, daun baru akan tampak sangat cacat; daun mungkin memiliki tangkai daun yang retak dan tertekuk ke belakang. Pemanjangan batang akan terhambat, tanaman menjadi kerdil, dan akhirnya titik tumbuh bisa mati. Percabangan mungkin terjadi secara berlebihan.

## Kelapa

(*Cocos nucifera*)

Malformasi daun yang disebabkan oleh defisiensi B pertama kali diamati pada tahun 1960-an. Defisiensi tersebut ditunjukkan oleh daun termuda dan kurang lebih identik dengan yang ditemukan di kelapa sawit.



Gejalanya, dalam urutan tingkat keparahan, antara lain:

1. Fusi pinnae (anak daun) terminal di pelepah
2. Muncul "Kait" atau "daun bayonet" di mana pinnae menekuk menjadi kait ganda atau tunggal di dekat ujungnya
3. Perkembangan pelepah dengan pinnae yang sangat pendek, baik di satu atau kedua sisi rachis
4. Dalam kasus yang paling parah, pelepah tumbuh tanpa pinnae sedikit pun

Dua gejala pertama adalah yang paling umum terjadi. Terkadang, titik tumbuh apikal mengalami mati pucuk.

Gejala pertama defisiensi B pada kelapa umur 1 tahun adalah munculnya bintik-bintik kecil klorosis pada daun muda, bintik-bintik tersebut tampak simetris dengan urat-urat utama pada daun. Gejala defisiensi B pada kelapa yang sangat muda sangat mirip dengan gejala pada kelapa sawit muda.

## Sesawi India

(*Brassica juncea*)

Daun muda menjadi cacat dan menggulung. Permukaan daun biasanya kasar, tebal, dan mirip kulit. Titik tumbuh mati dan tunas aksilar berkembang, yang dengan sendirinya menjadi sekarat dan mati. Dalam kasus yang parah, kuncup bunga rontok sebelum waktunya dan bunga yang terbentuk kemungkinan cacat. Dalam kasus yang tidak terlalu parah, pembentukan biji menjadi terbatas.

## Biji Rami, Flaks

(*Linum usitatissimum*)

Daun muda mengalami klorosis dan, dalam kasus defisiensi yang parah, titik tumbuh akhirnya mati dan tunas akan berkembang dari banyak ruas. Pertumbuhan umumnya berkurang dan batangnya tebal, bengkok, dan mungkin beruas-ruas. Ujung pucuk menguning, layu, dan mati. Pada tanaman tua, bagian atas mungkin terpengaruh sementara bagian bawah tetap sehat. Hasil panen biji dan jerami berkurang dan kualitas seratnya mungkin buruk.

Rami yang mengalami defisiensi B tampak lebih rentan terhadap Fusarium daripada rami yang sehat. Akar tanaman menjadi berwarna gelap dan pendek jika defisiensinya parah.

## Kelapa Sawit

(*Elaeis guineensis*)

Beberapa gejala dari berbagai malformasi daun berkaitan dengan defisiensi B. "Daun kait" yang terdiri dari kait tunggal atau ganda pada pinnae di dekat ujungnya serta kerutan melintang pada pinnae biasanya merupakan gejala pertama yang muncul.



Fiasasi (pola pertumbuhan seperti kipas yang rata) dan ketidakmampuan pinnae untuk berkembang berhubungan dengan defisiensi B yang lebih parah. Jaringan daun rapuh dan daun mudah patah, mengakibatkan kondisi yang disebut daun remuk. Beserta "blind leaf (ujung pelepah seperti terpotong)", gejala lain dari defisiensi B, pinnae berkembang tidak sempurna seperti sikat di ujung terminal pelepah. Defisiensi B yang sangat parah menyebabkan "daun tulang ikan", yang ditandai dengan pinnae yang sangat kecil dan tipis. Rusaknya titik tumbuh menghasilkan busuk hati yang kering sebagai gejala akhir yang khas.

Pada bibit muda, muncul beberapa tanda defisiensi B. Helaian daun hijau tua dengan bercak dan garis putih, yang menjadi lebih jelas pada daun yang lebih tua. Terdapat kecenderungan daun mati pada fase juvenil dengan daun bercabang dua yang tersisa tidak berkembang.

## Zaitun

(*Olea europaea*)

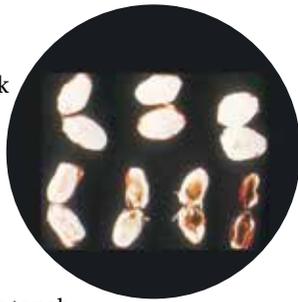
Defisiensi B membuat daun gugur dan cabang mati di bagian atas pohon. Tunas sekunder tumbuh di bawah tunas yang mengalami mati pucuk, dan jumlah anakan di bagian bawah batang meningkat. Daun menunjukkan pencoklatan apikal jelas yang dapat memanjang hingga dua pertiga daun, sementara sisa daun tetap berwarna hijau normal. Selanjutnya, daun bisa menjadi benar-benar kuning dan kemudian berubah menjadi cokelat kasar dari ujungnya. Dalam kasus defisiensi B ringan, beberapa buah mungkin matang secara normal tetapi sebagian besar akan jatuh sebelum waktunya atau menjadi cacat dan bergabus. Saat keparahan defisiensi B meningkat, pohon zaitun akan menjadi semakin kurang produktif dan akhirnya bisa mati.



## Kacang tanah

(*Arachis hypogaea*)

Gejala defisiensi B sangat tampak pada kacang-kacangan dan tidak sering ditemukan pada daun di kondisi lapangan. Meski pengaruhnya pada hasil panen sedikit, defisiensi B dapat secara signifikan mengurangi kualitas tanaman dan hasil panen kacang tanah yang dapat dipasarkan. Gejala utamanya adalah munculnya penggelapan dan rongga pada area tidak berwarna di tengah kotiledon. Lekukan dapat bervariasi dari dangkal dan sedikit berwarna gelap hingga lekukan dalam dan cokelat tua sesuai dengan tingkat keparahan kondisinya. Retakan juga dapat terjadi pada polong.



Gejala pertama defisiensi B pada daun yang biasanya berwarna hijau gelap adalah berkembangnya area berair yang membuat daun tampak berbintik-bintik. Percabangan

sekunder yang produktif terjadi pada batang berkayu pendek setelah terjadinya mati pucuk pada titik tumbuh terminal. Jika defisiensi B tidak terlalu parah, bunga tidak diikuti dengan perkembangan buah apa pun, mungkin karena tabung serbuk sari gagal tumbuh dengan baik. Jika defisiensi B sangat parah, bunga tidak berkembang.

## Kedelai

(*Glycine max*)

Kedelai dinilai tidak responsif terhadap B. Dan, kedelai tampaknya sensitif terhadap toksisitas B, terutama jika B diaplikasikan pada daun. Namun, penurunan hasil panen tidak selalu menyertai bercak daun dan nekrosis marginal yang disebabkan oleh akumulasi B yang berlebihan.



### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<i>Granubor (15% B) Fertibor (15% B)</i>	<i>Solubor (20.5% B)</i>	
TANAMAN	KG/HA	KG/HA	L/HA
Sesawi India	3-6	2-4	103-346
Biji Rami	3-10	2-6	140-346
Rapa	6-16	4-12	103-243
Kacang tanah	2-3	1-2	19-346
Kedelai	3-6	2-4	37-103
Bunga matahari	6-20	4-14	103-300
Kemiri	6-14	4-10	103-196
	ONS/POHON	ONS/POHON	ONS CAIRAN/POHON
Kelapa	31-80	23-70	118-473
Kelapa sawit	60-240	40-158	295-798
Zaitun	100-371	70-270	473-1626

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<i>Solubor (20.5% B)</i>	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
TANAMAN	KG/HA	L/HA	% W/V
Rapa	4-11	32-77	1.6
Zaitun		0.2-0.5	
Kacang tanah	1-2	(diaplikasikan pada tanah)	
Bunga matahari	4-15	2002-6006	0.25

Seperti hanya banyak tanaman lain, gejala defisiensi B pertama kali muncul di akar. Ujung akar mati dan akar baru muncul, menyebabkan bentuk roset. Demikian pula, mati pucuk pada titik tumbuh diikuti oleh perkembangan tunas lateral yang banyak dengan tangkai daun yang rapuh.

### Bunga matahari

(*Helianthus annuus*)

Gejala defisiensi B pertama kali muncul pada daun termuda yang semakin mengecil dan cacat. Batang tanaman pendek karena kurangnya perpanjangan sel di ruas. Distorsi kepala bunga umum terjadi dan set biji di kepala sangat tidak merata—bagian kepala mungkin tidak menunjukkan set biji sama sekali. Gejala ini berkaitan dengan kebutuhan B tabung serbuk sari. Jika defisiensi B sangat parah, titik tumbuhnya mati dan tidak ada bunga yang akan terbentuk



### Kemiri

(*Aleurites spp.*)

Gejala defisiensi B pertama kali muncul pada tangkai daun muda yang sedang berkembang sebagai cincin hijau tua, yang kemudian menjadi corak rerabung. Daun muda berwarna hijau muda dan mengkilap serta jaringan interveinal mengembang lebih cepat daripada urat daun sehingga membuat daun tampak “bengkak”. Urat daun dapat retak dan mengalami suberisasi, ruas pendek, dan pertumbuhan terminal dan lateralnya terhenti.

---

## Tanaman Akar dan Umbi

### Wortel

(*Daucus carota var. sativa*)

Di lapangan, defisiensi B biasanya menyebabkan perubahan warna superfisial seukuran kepala peniti tepat di bawah kulit wortel. Area keabu-abuan yang bentuknya tidak beraturan biasanya hanya terlihat setelah wortel dikupas dengan uap dan biasanya dihilangkan dengan pengelupasan biasa. Defisiensi B yang parah menyebabkan munculnya gejala lebih lanjut. Akar tunggang sering kali terbelah dan rapuh. Akhirnya daun mungkin terpengaruh dengan perubahan warna menjadi merah atau kuning dan kemudian, tepat sebelum titik tumbuh mati, daun yang sangat kecil terbentuk.

### Singkong

(*Manihot utilissima*)

Tinggi tanaman biasanya pendek karena ruas berkurang. Daun muda berwarna hijau tua, kecil, dan cacat, dan bertangkai daun pendek. Daun dewasa bagian bawah mungkin memiliki bercak abu-abu, cokelat, atau ungu di sekitar ujung dan tepi daun. Resin dapat keluar dari lesi pada tangkai daun. Pertumbuhan akar terganggu. Akhirnya, titik tumbuh mati.



### Lobak putih

(*Raphanus sativus var.*

*longipinnatus*)

Akar mengalami perubahan warna hitam/cokelat yang membentang dari daun ke inti akar.



### Mangold

(*Beta vulgaris var. vulgaris*)

Gejala defisiensi B pada akar dan daun sangat mirip dengan gejala yang muncul pada bit gula, meskipun keretakan epidermis pada pelepah mungkin lebih sering terjadi pada mangold daripada pada bit gula.

Selain hati busuk (heart rot) yang khas, kematian dan penghitaman daun muda, koreng dan puru dapat ditemukan pada tangkai daun mangold yang kekurangan B.

### Parsnip

(*Pastinaca sativa*)

Daun muda kecil dan mati, sementara daun tua menunjukkan sedikit penguningan yang diikuti oleh hangus cokelat. Tangkai daun, yang tebal dan kaku, bisa mengalami retak dan bengkok.

### Kentang

(*Solanum tuberosum*)

Gejala defisiensi B jarang terlihat pada tunas, meskipun telah dilaporkan adanya pertumbuhan yang berkurang dengan antar ruas yang pendek dan daun yang keriting.



### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	<i>Granubor (15% B)</i> <i>Fertibor (15% B)</i>		<i>Solubor (20.5% B)</i>	
	KG/HA	KG/HA	KG/HA	L/HA
Wortel	6-14	4-10	4-10	103-196
Singkong	3-6	2-4	2-4	37-103
Bit pakan ternak	6-20	4-14	4-14	103-300
Lobak putih	6-14	4-10	4-10	103-196
Caisim	6-20	4-14	4-14	103-300
Parsnip	6-14	4-10	4-10	103-196
Kentang	3-6	2-4	2-4	37-103
Bit merah	6-20	4-14	4-14	103-300
Rutabaga	6-20	4-14	4-14	103-300
Bit gula	6-20	4-14	4-14	103-300
Swede	6-20	4-14	4-14	103-300
Ubi jalar	3-6	2-4	2-4	37-103
Lobak	6-20	4-14	4-14	103-300

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

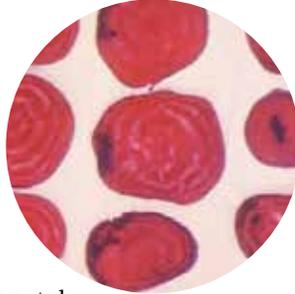
TANAMAN	<i>Solubor (20.5% B)</i>		Konsentrasi maksimum
	KG/HA	Volume minimum	
Wortel	4-10	L/HA	% W/V
Singkong	2-4	1001-2002	0.5
Bit pakan ternak	4-14	84-2002	0.25
Lobak putih	4-14	102-598	0.25-5.0
Caisim	4-10	1001-2002	0.5
Parsnip	4-14	102-598	0.25-5.0
Kentang	2-4	1001-2002	0.5
Bit merah	4-14	402-1001	0.5
Rutabaga	4-14	321-1001	0.5
Bit gula	4-10	1001-2002	0.5
Swede	4-14	102-598	0.25-5.0
Ubi jalar	4-10	1001-2002	0.5
Lobak	3-6	402-1001	0.5
	4-10	1001-2002	0.5

Gejala akan terlihat di umbi dalam bentuk bercak nekrotik cokelat. Kondisi yang dikenal sebagai “bercak karat internal” ini responsif terhadap pemberian B, namun belum dapat dibuktikan apakah karena defisiensi B atau hanya hubungan tidak langsung dengan B. Kualitas masak umbi dapat terganggu.

### Bit merah atau bit kebun

(*Beta vulgaris*)

Defisiensi B menyebabkan perkembangan bintik hitam internal. Area nekrotik muncul secara acak di akar atau di permukaan, di mana organisme penyakit dapat masuk menyebabkan pembusukan. Area nekrotik membuat bit tidak cocok untuk proses pengalengan. Titik tumbuh bisa mati dan tumbuh banyak mata tunas.



### Rutabaga (*Brassica napobrassica*),

Swede (*Brassica rutabaga*)

### Lobak (*Brassica rapa*)

Area yang berwarna cokelat dan berair berkembang di akar—biasanya di daerah luar xilem. Gejala-gejala ini menimbulkan beberapa sebutan untuk defisiensi B seperti “hati cokelat”, “inti air”, dan “Raan”. Dalam kasus yang parah, jaringan pusat dapat mengalami kerusakan dan akar menjadi berlubang. Nilai gizi berkurang dan akar cenderung menjadi keras, berserat, dan pahit. Kualitas penyimpanan buruk dan akar yang terkena akan kehilangan berat melalui hilangnya kelembapan saat penyimpanan.



Biasanya, tidak ada gejala yang terlihat pada daun. Akar akan berukuran normal dan masalahnya baru terlihat setelah panen.

### Bit gula dan fodder beet

(*Beta vulgaris*)

Defisiensi B secara khas menyebabkan kematian titik tumbuh dan munculnya busuk hati hitam. Sebelum defisiensi mencapai tahap ini, daun yang mungkin memiliki tangkai daun yang retak akan menjadi semakin kecil dan tampak cacat. Setelah kematian titik tumbuh, tandan kecil daun berkembang di ketiak daun yang lebih tua dan mata tunasnya sangat rentan menjadi berlubang dan membusuk.



### Ubi jalar

(*Ipomoea batatas*)

Muncul area nekrotik cokelat di daging umbi, terutama di dekat kambium di sekitar pinggiran akar. Daging umbi dan akarnya tidak berbentuk dan tekstur kulitnya kasar dan keras. Akar yang mengalami defisiensi parah mengalami pembusukan permukaan dan retak dengan eksudat yang mengeras dan menghitam. Gejala defisiensi B biasanya muncul di akhir musim tanam. Pertumbuhan akhir tanaman merambat dibatasi dan ruas-ruasnya memendek. Saat defisiensi menjadi lebih parah, tangkai daun melengkung dan terpelintir, dan titik tumbuh bisa mati. Absisi dini daun juga terjadi.

## Pohon dan Tanaman Penutup Tanah

### Birch

(*Betula sp.*)

Perkembangan lamina terbatas, yang menyebabkan pertumbuhan tidak merata dan daun dengan permukaan yang tampak melepuh. Daun biasanya berwarna hijau tua, tetapi beberapa bintik klorosis dan nekrotik mungkin muncul pada daun yang lebih tua.

### Eastern cottonwood

(*Populus deltoides*)

Berkurangnya pertumbuhan batang dan perkembangan daun kecil.

### Eukaliptus

(*Eucalyptus spp.*)

Gejala defisiensi B serupa telah teramati pada beberapa spesies eukaliptus (*Eucalyptus grandis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. torelliana*, *E. saligna*, *E. resinifera*, *E. tereticornis*, dan *E. alba*). Namun, ada indikasi bahwa spesies berbeda memiliki kebutuhan B yang berbeda, misalnya *E. grandis* tampak lebih rentan terhadap defisiensi B daripada *E. cloeziana*.

Gejala umum pertama adalah kerutan dan perubahan warna pada daun muda yang terbuka. Tunas yang rapuh akan mati dan daun bagian bawah di mata tunas atas sering kali berubah warna dan rontok. Pada beberapa spesies, daun menjadi ungu kemerahan, tetapi pada spesies lain terjadi penguningan. Biasanya perubahan warna muncul dari atas ke bawah sebelum mati pucuk terjadi. Nekrosis kulit kayu nantinya dapat terjadi, mulai dari kuncup dan berkembang ke bawah batang, yang menyebabkan mati pucuk secara bertahap. Defisiensi B diketahui mengurangi sifat tahan beku dari eukaliptus.

## Holly

(*Ilex aquifolium*)

Bintik-bintik merah atau ungu berbentuk tidak beraturan dapat muncul pada permukaan atas dan bintik-bintik berair di permukaan bawah.

## Kauri

(*Agathis australia*)

Daun muda berwarna hijau pucat dan cacat. Pertumbuhan apikal terdistorsi.

## Murbei

(*Morus alba*)

Daun muda menunjukkan urat daun yang patah dan memiliki tangkai daun yang retak. Titik tumbuh akhirnya mati.

## Pinus

(*Pinus spp.*)

Sebagian besar spesies pinus menunjukkan gejala defisiensi B yang serupa, meliputi terhentinya pertumbuhan batang utama, mati pucuk terminal yang terkait pada beberapa spesies dengan eksudasi resin, dan pertumbuhan batang bengkok telah dilaporkan pada beberapa spesies pinus.



Gejala yang paling khas adalah terhentinya pertumbuhan apikal dan kematian berulang dari pucuk utama. Pada *P. radiata* dan *P. taeda*, titik tumbuh dapat menjadi nekrotik dan puncak batang membengkak. Daun muda yang berdekatan dengan tunas apikal dapat mati dan resin keluar dari tunas. Pada kedua spesies ini, daun juvenil mungkin berwarna hijau kebiruan dan daun dewasa menunjukkan kecenderungan untuk melebur.

Pertumbuhan batang yang bengkok telah dilaporkan secara khusus pada *P. caribaea*, *P. khasya*, dan *P. patula*. *P. khasya* dan *P. patula* tampaknya kurang rentan terhadap defisiensi B daripada *P. radiata* dan *P. caribaea*. Pada *P. strobus*, daun utama menjadi biru-hijau muda, dengan ujung kuning/oranye.

## Karet

(*Hevea brasiliensis*)

Defisiensi B pada karet hanya akan terjadi pada tanah dengan status B yang sangat rendah karena pohon karet efisien dalam menyerap B. Tanaman ini sangat sensitif terhadap kelebihan B.

Daun yang mengalami defisiensi B akan terdistorsi, ukurannya mengecil, dan agak rapuh. Deformasi daun tidak mengikuti pola yang konsisten dan tidak mengalami kehilangan warna. Pada pohon muda tanpa cabang, tanda pertama defisiensi B ditemukan di tingkat atas daun yang lebih muda pada tanaman, yang tidak akan dipisahkan oleh ruas yang berbeda. Tingkatan cabang tidak dapat dibedakan, menghasilkan penampilan batang "sikat botol". Jika defisiensinya parah, meristem apikal dapat mati dan meristem aksiler berkembang sebelum waktunya.

## Akasia

(*Acacia mollissima*)

Gejala defisiensi B biasanya pertama kali muncul pada pohon berumur 2 tahun pada musim kemarau. Tanda-tanda pertamanya antara lain klorosis daun, nekrosis kambial, serta mengering dan matinya titik tumbuh pada pucuk utama.

Cabang-cabangnya juga mengalami mati pucuk. Defoliasi dan kematian kemudian menyebar secara terus-menerus ke bagian bawah dan dalam dari titik tumbuh apikal. Jika hujan turun sebelum pohon mati, mungkin terjadi pemulihan sebagian, tetapi serangan lebih lanjut dapat terjadi pada musim kemarau berikutnya, dan akhirnya pohon mati.

### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

	<b>Granubor (15% B) Fertibor (15% B)</b>	<b>Solubor (20.5% B)</b>	
TANAMAN	KG/HA	KG/HA	L/HA
Birch	0.4-1.8	0.2-1.2	28-224
Eastern cottonwood	0.4-1.8	0.2-1.2	28-224
Eukaliptus	1.1-3.5	0.7-2.4	130-440
	KG/HA	KG/HA	L/HA
Pinus	6.3-31.2	5-25	100-500
Akasia	12.5-37.9	10-30	200-600

## Tanaman penutup tanah kacang-kacangan

(*Calapogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, and *Pueraria phaseoloides*)

Pertumbuhan tanaman terhambat. Tumbuh tunas pendek tebal yang tidak menyebar di permukaan tanah. Daunnya sangat kecil, tebal, rapuh, dan cacat. Vena daun sering kali tampak menonjol. Meristem aksilar akan berkembang sampai batas tertentu yang menyebabkan kebiasaan pertumbuhan "rumpun roboh".

---

## Tanaman Sayuran

### Artichoke

(*Cynara scolymus*)

Kerusakan jaringan pada empulur, yang terlihat ketika bunga terbelah secara vertikal dan pembusukan mata tunas secara umum dikaitkan dengan defisiensi B.

### Asparagus

(*Asparagus officinalis*)

Gejala defisiensi B yang pertama kali muncul adalah layunya ujung batang pada tunas muda yang bercabang. Ini diikuti dengan matinya jaringan yang layu dan perkembangan tunas samping yang sering mati pucuk. Perkembangan tunas pada rimpang yang buruk, dengan titik tumbuh yang kecil dan mengalami klorosis. Titik tumbuh berubah menghitam dan mati, tunas lateral berkembang di dekat pangkal tanaman. Kuncup bunga dapat mengerut dan rontok tanpa membuka.

### Buncis

(*Phaseolus spp.*)

Ada sangat sedikit kasus defisiensi B pada kacang-kacangan, yang sangat sensitif terhadap pemberian B yang berlebihan. Dosis B sebesar 2,5 lbs/acre telah diketahui dapat mengurangi hasil panen. Namun, defisiensi B juga mengurangi pertumbuhan, dengan daun di dekat titik tumbuh menjadi kecil dan mengalami klorosis. Titik tumbuh berubah menghitam dan mati, dan tunas lateral berkembang di dekat pangkal tanaman. Kuncup bunga dapat mengerut dan rontok tanpa membuka.

### Kacang fava

(*Vicia faba*)

Tunas terminal menghitam dan mengalami mati pucuk. Daunnya yang berwarna hijau tua dan kasar rontok sebelum waktunya. Permukaan daun bagian bawah mungkin berwarna kuning/merah. Perkembangan akar terbatas.

## Kubis brussel

(*Brassica oleracea var. gemmifera*)

Tanda awal defisiensi B adalah pembengkakan pada batang dan tangkai daun yang kemudian mengalami suberisasi. Daun terlipat dan menggulung, serta mungkin terjadi gugur daun muda yang lebih awal dari daun yang lebih tua. Urat daun sering kali berkerut. Titik tumbuh bisa mati, yang diikuti dengan perkembangan dua tunas aksiler yang mengarah ke pencabangan batang. Jika defisiensi terjadi sebelum kecambah terbentuk, sangat sedikit yang berkembang. Jika kecambah sudah mulai terbentuk, ukurannya tetap kecil, isinya kopong, dan memiliki bentuk yang longgar. Batang empulur mungkin berongga dan berubah warna.

## Kubis

(*Brassica oleracea var. capitata*)

Gejala khas defisiensi B yang ditemukan di lapangan adalah rusaknya empulur batang—mudah terlihat saat kepala kubis dibelah secara vertikal. Bintik-bintik berair pertama kali berkembang di empulur, jaringan secara bertahap menjadi nekrotik dan terkadang dapat terbentuk rongga. Jika kekurangan terjadi pada tahap bibit muda, daun baru akan menjadi kecil, terdistorsi, dan sering kali lebih tebal dari biasanya. Kematian titik tumbuh dapat terjadi, tetapi hal ini tidak diharapkan terjadi dalam kondisi lapangan. Defisiensi B lebih sering terjadi pada kembang kol dan brokoli daripada kubis.

## Kembang kol, Brokoli

(*Brassica oleracea var. botrytis*)

Gejala umum defisiensi B di lapangan adalah pembentukan massa bunga dan tunas yang buruk dan berubah warna yang sering membuat tanaman tidak ideal untuk dipasarkan.



Empulur, terutama pada kembang kol, cenderung membentuk area berair, menjadi nekrotik, dan akhirnya berlubang. Gejala awal pada bibit muda adalah daun terbaru yang menggulung dan melengkung ke bawah yang biasanya kecil, rapuh, dan cacat. Dalam kondisi defisiensi B yang parah, tanaman kembang kol yang menunjukkan gejala seperti itu tidak mungkin membentuk massa bunga.

### Aplikasi ke tanah (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Granubor (15% B) Fertibor (15% B)		Solubor (20.5% B)	
	KG/HA		KG/HA	L/HA
Asparagus	6-14		4-10	103-196
Kecambah brussel	6-14		4-10	103-196
Kubis	6-14		4-10	103-196
Kembang kol, Brokoli	6-14		4-10	103-196
Seledri	6-14		4-10	103-196
Chicory	6-14		4-10	103-196
Sawi hijau	6-14		4-10	103-196
Timun	6-14		4-10	103-196
Bawang putih	6-14		4-10	103-196
Kohlrabi	6-10		4-6	103-196
Daun bawang	3-6		2-4	37-103
Selada	6-14		4-10	103-196
Okra	3-6		2-4	37-103
Bawang	6-14		4-10	103-196
Kacang polong	3-6		2-4	37-103
Lobak putih	6-14		4-10	103-196
Rhubarb	3-6		2-4	37-103
Bayam Jepang	6-14		4-10	103-196
Tomat	6-10		4-6	103-140

### Aplikasi melalui Daun (Dosis aplikasi yang disarankan)

TANAMAN	Solubor (20.5% B)	Volume minimum	Konsentrasi maksimum
	KG/HA	L/HA	% W/V
Asparagus	4-10	1001-4004	0.25-0.5
Kubis brussel	4-10	1001-4004	0.25-0.5
Kubis	4-10	1001-4004	0.5
Kembang kol	4-10	1001-4004	0.5
Seledri	4-10	1001-4004	0.5
Chicory	4-10	1001-4004	0.5
Sawi hijau	4-10	1001-4004	0.25-0.5
Timun	4-10	1001-4004	0.25-0.5
Bawang putih	4-10	1001-4004	0.25-0.5
Kohlrabi	4-6	1001-2797	0.25-0.5
Daun bawang	2-4	402-1001	0.5
Selada	4-10	1001-4004	0.25-0.5
Okra	4-6	1001-2797	0.25-0.5
Bawang	4-10	1001-2002	0.5
Lobak putih	4-10	1001-2002	0.5
Rhubarb	2-4	400-1001	0.5
Bayam Jepang	4-10	1001-2002	0.5
Tomat	4-6	1001-2797	0.25

## Seledri

(*Apium graveolens var. dulce*)

Batang yang rapuh dan munculnya garis-garis cokelat pada epidermis di atas jaringan pembuluh tangkai daun biasanya merupakan tanda pertama defisiensi B. Terkadang, garis-garis cokelat sangat berdekatan sehingga membentuk garis kontinu di atas jaringan pembuluh. Retakan melintang muncul di permukaan luar. Jaringan yang rusak melengkung ke luar, yang membuat tangkai daun tampak seperti berbulu.



Bagian dalam yang menghitam dan berpenyakit adalah gejala yang paling parah, tetapi hanya ditemukan pada tanaman kerdil, disertai dengan tangkai daun yang pecah-pecah.

## Chicory

(*Cichorium intybus*)

Tanaman yang kekurangan B mengalami pengerdilan. Jika defisiensi parah, daunnya bengkok dan memerah dengan tangkai daun dan pelepah yang lemah dan rapuh.

## Sawi hijau

(*Brassica chinensis*)

Pelepah mengalami keretakan dan berubah warna menjadi cokelat.



## Kacang tunggak

(*Vigna sinensis*)

Daun bagian atas berwarna hijau pucat dan melengkung ke bawah di bagian tepi. Titik tumbuh mati. Pembentukan biji sangat berkurang.

## Timun

(*Cucumis sativus*)

Ruasnya pendek dan daun mudanya berkerut dan cacat. Guratan kuning pada kulit menjadi gabus, yang sangat memengaruhi nilai panen.

## Bawang putih

(*Allium sativum*)

Defisiensi B telah dilaporkan menyebabkan daun menekuk ke belakang dan merusak sifat penyimpanan umbi.

## Gilo

(*Solanum gilo*)

Titik tumbuh mati dan daun bagian atas berukuran kecil, berubah bentuk, dan bengkok. Jumlah bunga yang terbentuk sedikit.

## Kohlrabi

(*Brassica oleracea var. gongylodes*)

Gejala daun hanya terlihat pada kasus defisiensi parah. Daun menjadi sedikit melengkung, berkerut, dan posisinya tegak secara tidak biasa. Jika suplai B sangat terbatas pada tahap awal pertumbuhan, bagian batang yang dapat dimakan tidak berkembang, tetapi jika ketersediaannya tidak begitu terbatas, kohlrabi akan berkembang lebih lanjut dan permukaannya menjadi kasar dan berair.

## Daun bawang

(*Allium ampeloprasum*)

Daun bawang tampaknya menoleransi suplai B yang sangat rendah tanpa menunjukkan gejala apa pun. Retakan melintang yang dikenal sebagai "goresan kucing" tampaknya merupakan gejala defisiensi B yang khas.

## Selada

(*Lactuca sativa*)

Defisiensi B menyebabkan penurunan pertumbuhan, malformasi daun muda, dan munculnya bintik hitam—biasanya di dekat ujung daun—yang kemudian berkembang menjadi nekrosis marginal.

Daunnya tebal, rapuh, dan sering kali menangkup. Perkembangan kepala buruk, klorosis juga terjadi, dan kepala yang kuning menjadi busuk di bagian tengahnya setelah kematian titik tumbuh.



Tip burn pada daun yang lebih muda berkaitan dengan defisiensi B, tetapi gejala ini kemungkinan disebabkan oleh faktor lain. Tahap awal defisiensi B dapat tertukar dengan tip burn yang, tidak seperti defisiensi B, tidak menyebabkan kurangnya "pembentukan massa" dan kematian titik tumbuh. Akar pada tanaman yang kekurangan B akan berwarna cokelat, pendek, dan bentuknya berbelit-belit.

## Labu kuning

(*Cucurbita pepo*)

Daun baru berukuran kecil, rapuh, dan cacat dengan lobus panjang. Retakan muncul secara berkala di permukaan atas tangkai daun. Tangkai daun menjadi berbentuk "S" jika dilihat dari samping. Retakan memanjang terjadi pada buah.

## Melon, Cantaloupe

(*Cucumis melo cantalupensis*)

Tunas terminal gagal memanjang.

## Okra

(*Hibiscus esculentis*)

Daun menjadi terdistorsi dan rapuh.

Ukurannya berkurang dan memiliki perkembangan lobus yang tidak teratur. Polong tetap menjadi stump pendek.

Ukurannya tidak memanjang tetapi tetap melekat untuk waktu yang lama.

## Bawang

(*Allium cepa*)

Daun menjadi biru/hijau dan daun yang lebih muda menjadi berbintik-bintik dengan area yang menyusut. Retakan mungkin muncul di permukaan atas daun bagian bawah, yang menjadi kaku dan rapuh. Perkembangan akarnya buruk. Over-wintering yang berlebihan dapat terganggu oleh defisiensi B.

## Ercis

(*Pisum sativum*)

Kemungkinan cadangan B pada benih akan cukup untuk pertumbuhan normal dan defisiensi hanya akan terjadi jika benih yang diproduksi di daerah yang kekurangan B digunakan. Bibit yang kekurangan B akan kerdil dan memiliki ruas pendek. Batangnya tebal dan tanaman akan terlihat lebat. Daun muda menunjukkan klorosis marginal dan cenderung melengkung ke bagian dalam. Terjadi keguguran polong dan polong yang berkembang akan berinding tebal, berukuran kecil, dan sering berisi sedikit atau bahkan tanpa biji.

## Lobak putih

(*Raphanus sativus*)

Daun lobak yang kekurangan B akan cacat, rapuh, dan klorosis. Dalam kasus defisiensi yang parah, ujung daun akan mati. Akarnya retak dan berwarna pucat. Daging akar yang berair mungkin menunjukkan bintik-bintik cokelat. Defisiensi B dapat meningkatkan produksi tiosianat yang dikenal sebagai giotrogen.

## Rhubarb

(*Rheum rhaponticum*)

Daun menunjukkan tanda kemerahan di sekitar tepi dan, dalam kasus defisiensi parah, akhirnya mati. Tanaman menjadi kerdil dan mengalami mati pucuk.

## Bayam Jepang

(*Spinacia oleracea*)

Tanda pertama defisiensi B adalah perkembangan daun kecil yang berwarna hijau pucat. Tanaman kerdil dan cenderung kehilangan pertumbuhan yang tegak, daun menyebar ke luar. Daun muda cenderung sangat kecil dan cacat. Akarnya kering dan berwarna gelap.

## Labu

(*Cucurbita spp.*)

Daunnya berwarna hijau tua, melengkung, rapuh, dan sedikit kasar. Urat daun—yang tebal dan berkerut—sangat menonjol terutama saat mengalami klorosis. Tangkai daunnya tebal dan melengkung. Titik tumbuh mengalami mati pucuk. Akarnya kerdil dan berubah warna.

## Tomat

(*Lycopersicon esculentum*)

Tanda pertama defisiensi B adalah klorosis terminal pada daun yang lebih muda. Dalam kasus yang parah, daun muda tampak sangat cacat dan titik tumbuhnya mati. Batangnya pendek dan tebal. Kegagalan untuk membentuk buah sering terjadi dan buah mungkin bergerigi, menunjukkan bercak gabus, dan matang secara tidak merata.



FAQ

Pertanyaan Terkait Boron dan Mikronutrien



### **Berapa konsentrasi maksimum B yang direkomendasikan dalam air irigasi untuk penggunaan yang terus-menerus pada semua jenis tanah?**

Air irigasi yang mengandung 0,75 ppm B dapat terus digunakan pada semua jenis tanah. Satu acre-inci air melepaskan 0,17 lbs B per acre dalam air yang mengandung 0,75ppm B. Pada tanah bertekstur halus pada pH 6,0 hingga 8,5, air irigasi yang mengandung antara 2,0 dan 10,0 ppm B dapat digunakan hingga 20 tahun, kecuali untuk jeruk yang memiliki rekomendasi maksimal 0,75 ppm B.

Branson RL, et al. "Water Quality in Irrigated Watersheds." J Environ Quality. 1975;4:33-40.

### **Seberapa besar peningkatan pH larutan semprot daun memengaruhi efisiensi pestisida?**

Pestisida memiliki respons yang bervariasi terhadap pH. Sebagian besar pestisida membutuhkan waktu berjam-jam atau sehari-hari untuk terurai dan beberapa sangat sedikit terpengaruh oleh perubahan pH yang moderat. Solubor dengan dosis 1 lb per 5 galon air biasanya akan menaikkan pH larutan menjadi 8,4. Tingkat pH ini mungkin tidak jauh lebih tinggi daripada banyak daerah yang pH airnya sering kali di atas 8,0. Tidak ada bukti kuat bahwa pengendalian hama telah terpengaruh saat bahan kimia dicampur dan disemprotkan langsung.

Gorsuch CS and Griffin RP. Extension Entomologists, Clemson University, Clemson, SC. 29634-0365.

### **Apa efek B pada hewan, seperti sapi, yang mengonsumsi rerumputan atau jerami di mana tingkat B yang berlebihan telah diterapkan?**

Sapi yang diberi pakan yang mengandung 2,5 g B/hari selama 40 hari tidak terpengaruh sama sekali. Ini berarti bahwa jika jerami mengandung 240 ppm B (tiga kali tingkat normal alfalfa), seekor sapi dapat makan 23 pon jerami per hari tanpa terkena efek buruk. Dosis mematikan di mana 1/2 dari hewan uji (tikus) mati setara dengan 150 g B per 500 pon hewan, atau 1.380 lbs alfalfa dalam satu hari jika alfalfa mengandung 240 ppm B. Studi dua tahun dengan tikus dan anjing tidak menunjukkan efek pada reproduksi ketika 350 ppm B dimasukkan dalam makanan, dan tidak berpengaruh pada kesuburan, laktasi, ukuran kotoran, berat, atau tampilan.

Sprague RW. The Ecological Significance of B. Valencia, CA: U.S. Borax, Inc.; 1972.

### **Berapa banyak B yang disuplai dalam pupuk kandang?**

Pupuk kandang rata-rata mengandung 0,03 lbs B per ton. Jika diasumsikan bahwa semua B dalam pupuk kandang dapat diserap oleh tanaman, 10 ton pupuk kandang akan memasok 0,3 pon B. Tingkat B per acre per tahun ini tidak akan menyuplai alfalfa atau banyak tanaman lain dengan total kebutuhan B mereka. Kotoran unggas mengandung kandungan B yang kira-kira sama dengan kotoran ternak rata-rata, tetapi dalam beberapa situasi, bahan B digunakan pada lantai kandang unggas untuk mengendalikan serangga.

Berdasarkan dosis maksimum B yang diberikan dan kotoran yang dihasilkan, kotoran unggas yang diolah dengan B akan mengandung sekitar 0,7 lbs B per ton. Jika diasumsikan bahwa semua B dalam kotoran unggas dapat diserap oleh tanaman, 4 ton kotoran unggas (tingkat rata-rata yang diterapkan per acre) akan memasok 2,8 lbs B. Dosis B per tahun ini akan memasok sebagian besar kebutuhan B tanaman. Namun, kotoran unggas yang tidak diolah hanya mengandung 0,30 lbs B per ton, dan 4 ton kotoran hanya akan memasok 0,12 lbs B. Jumlah B per acre ini tidak bisa mencukupi sebagian besar kebutuhan tanaman. Dosis suplemen B dan nutrisi tanaman lainnya yang diterapkan selain pupuk kandang harus didasarkan pada tujuan hasil panen bersama dengan tes tanah dan/atau analisis tanaman.

Blanck FC. Handbook of Food and Agriculture. Reinhold Pub Co.; 1955. Chapter, Manure Analyses p. 91.

### **Apa pentingnya interaksi B/Ca?**

Kerusakan jaringan tanaman terjadi ketika kalsium dan B menjadi tidak seimbang. Contoh yang baik untuk kasus ini ditunjukkan dengan kacang ketika kerusakan internal (biji berlubang) sangat meningkat di mana gipsum (kalsium sulfat) diberikan tanpa B, menyebabkan pergeseran rasio kalsium-boron pada jaringan tanaman. Biji berongga pada kacang tanah benar-benar hilang saat 0,25 lbs/acre B diaplikasikan bersama dengan gipsum, membawa sekitar lima kali lipat penurunan rasio kalsium-boron pada jaringan tanaman.

Morrill LG, et al. "B Requirements of Spanish Peanuts in Oklahoma: Effects on Yield and Quality and Interaction with Other Nutrients." Oklahoma Agr Exp Stn. 1977;MP-99.

### **Bagaimana B dan nitrogen berinteraksi dalam brokoli dan silangan lainnya?**

Kemungkinannya, tingkat pemupukan nitrogen amonium yang tinggi meningkatkan konsentrasi kalsium empulur (dalam kembang kol), menghasilkan rasio kalsium-boron yang besar dan peningkatan perubahan warna empulur. Semprotan daun B dapat mengurangi, tetapi tidak menghilangkan perubahan warna sepenuhnya.

Bryan HH. Pith Discoloration and Breakdown in Cauliflower [dissertation]. Cornell University; 1964.

### **Seberapa akurat dan tepat uji tanah B?**

Peneliti ilmu tanah telah menemukan bahwa pengembangan ekstraktan uji tanah umum, interpretasi, dan rekomendasi harus dibatasi pada unit fisiografi dan karakteristik tanah umum. Hal ini juga berlaku untuk pengujian B tanah. Tekstur tanah, bahan organik, dan pH tanah akan sangat memengaruhi interpretasi hasil pengujian. Metode uji tanah yang digunakan saat ini secara akurat menunjukkan ketersediaan B untuk tanaman dengan presisi rata-rata +/- 0,1 ppm B.

Gartley KL. "1999 Sample Exchange Results Soil, Plant and Manure Samples." Mid-Atlantic Soil Testing and Plant Analysis Work Group, University of Delaware Soil Testing Laboratory. Newark, DE: 1999.

**Mengapa tanaman yang ditanam di tanah dengan pengujian B rendah terkadang tidak menunjukkan respons terhadap pemupukan B, bahkan ketika tidak ada faktor pembatas lain seperti kelembapan dan nutrisi lain yang memadai?**

Pada tanah permukaan yang bertekstur kasar atau sedang dan lapisan tanah bertekstur halus, Aditif B dari tahun-tahun sebelumnya dapat larut dan terakumulasi di lapisan tanah di mana mereka dapat diserap oleh akar tanaman.

Sedberry JE, Jr., et al. "Boron Investigations with Cotton in Louisiana." LSU Agr Exp Sta Bull. 1969:635.

**Seberapa cepat B terbilas dari lapisan tanah atas?**

Tekstur tanah dan jumlah air yang mengalir melalui profil tanah sangat menentukan potensi Pemudaran. Tanah dengan kandungan lempung lapisan bajak di atas 20% (geluh liat berpasir, geluh liat, dan tekstur lebih halus) memiliki potensi pelindian B yang lebih rendah. Tanah dengan kurang dari 20% lempung (pasir, pasir berlempung, dan lempung berpasir) lebih mungkin mengalami pelindian. Pemberian B sebesar 4,4 lbs/acre terbukti merembes keluar dari permukaan 8 inci tanah lempung berpasir dalam waktu 6 bulan. B yang diberikan pada saat penanaman biasanya akan tetap tersedia untuk musim tanam di sebagian besar jenis tanah. Pemberian B tahunan yang direkomendasikan akan lebih baik daripada penambahan yang lebih besar dan lebih jarang untuk meminimalkan kerugian karena pelindian.

Touchton JT and Boswell FC. "B Applications for Corn Grown on Selected Southeastern Soils." Agron J. 1975;67:197-200.

**Apakah bahan 10% B dalam campuran curah, atau juga butiran pupuk lengkap homogen dengan 0,25% B menyuplai lebih banyak butiran per kaki persegi dan suplai B yang lebih baik daripada bahan 15% B dalam campuran massal?**

Benar bahwa untuk tingkat pemberian B tertentu, jumlah butiran per kaki persegi berbanding terbalik dengan persentase B dalam partikel, misalnya berdasarkan berat butiran standar 2,2 gram/100 butiran, penyebaran bahan 15% pada tingkat 1 lb/acre B akan memasok 3,15 butir/kaki persegi; bahan 10%, 4,74 butir/kaki persegi; bahan 0,25%, 189,3 butir/kaki persegi. Meski demikian, akar tanaman hanya dapat menjangkau 1% dari luas permukaan tanah. B bergerak ke akar tanaman melalui aliran massa dan difusi melalui pori-pori tanah dan lapisan kelembapan. B dari 3,15 butiran dari bahan 15% yang lebih pekat akan lebih mungkin untuk mempertahankan tingkat larutan tanah B yang memadai daripada B dari lebih banyak butiran dengan persentase konsentrasi B yang lebih rendah. Secara umum, respons hasil panen dari pupuk butiran dan dari pupuk campuran hampir sama.

Aldrich SR. Illinois Fertilizer Conf. 1962.

## Pertanyaan terkait Produk U.S. Borax

**Apakah produk pertanian U.S. Borax organik?**

Produk-produk berikut dinilai cocok untuk petani organik oleh Organic Materials Review Institute (OMRI): *Fertibor*, *Granubor*, dan *Solubor*. Anda dapat menemukan sertifikat OMRI di situs web kami.

**Bagaimana cara menguji produk Anda untuk kandungan boron yang akurat?**

Kami menggunakan titrasi untuk mengukur % berat  $B_2O_3$  di Lab Kualitas kami di Boron, California. Di lab tersebut, para ahli kami secara rutin menguji produk borat dari U.S. Borax.

**Bagaimana seng, tembaga, dan mangan sulfat bereaksi dengan semprotan *Solubor*?**

Campuran semprotan *Solubor* dengan konsentrasi 1 atau 2% *Solubor* umum digunakan. pH campuran ini naik di atas 8. Pada tingkat pH ini, seng sulfat berubah menjadi seng hidroksida yang sedikit larut. (Tembaga dan mangan juga membentuk hidroksida dalam larutan pH 8.)

Efikasi Band zinc tidak berubah secara drastis sejauh menyangkut tanaman, tetapi pengadukan campuran penting untuk mempertahankan suspensi partikel. Agen pengasaman dalam campuran tangki dapat mencegah pengendapan.

Handbook of Chemistry and Physics, 30TH ed. Cleveland, OH: Chem Rubber Pub Co; 1948.

**Mengapa penambahan *Solubor* ke dalam larutan nitrogen bertekanan tinggi tidak dianjurkan?**

Reaksi natrium borat kering dengan uap air menghasilkan asam borat dan natrium hidroksida. Ion amonium dalam lingkungan dengan hidroksil berlebih akan berubah menjadi amonia dan air. Amonia akan menguap. Dalam larutan nitrogen bertekanan tinggi, dengan amonia bebas, evolusi amonia dipercepat dengan menambahkan natrium borat ke dalam larutan. Jika bahan pupuk nitrogen ini (larutan urea amonium nitrat, atau amonium nitrat kering yang dicampur dengan pupuk natrium borat) dicampur dan dimasukkan langsung ke dalam tanah, mereka dapat digunakan bersama.

Winter KT, et al. "Ammonia Volatilization from Lime-Urea Ammonium Nitrate Suspensions Before and After Soil Application." Soil Sci Soc Am J. 1981;45:1224-1228.

# Indeks Tanaman



## TANAMAN BAHAN MINUMAN

- 26 Agave (*Agave sisalana*)
- 26 Kakao (*Theobroma cacao*)
- 26 Kopi (*Coffea arabica* and *C. canephora*)
- 27 Hop (*Humulus lupulus*)
- 27 Teh (*Camellia sinensis*)

## POHON PENEDUH UNTUK POHON TEH

- 28 Dadap (*Erythrina variegata*)
- 28 Ek Perak (*Grevillea robusta*)

## SEREALIA DAN TEBU

- 28 Jagung (*Zea mays*)
- 29 Padi (*Oryza sativa*)
- 29 Sorgum (*Sorghum vulgare*)
- 29 Millet (*Panicum millaceum*)
- 29 Tebu (*Saccharum officinarum*)
- 29 Gandum (*Triticum spp.*)

## TANAMAN OBAT, FUMITORIA, DAN MASTIKATORI

- 29 Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*)
- 30 Kola (*Cola nitida*)
- 30 Popi (*Papaver somniferum*)
- 30 Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

## TANAMAN SERAT

- 31 Kapas (*Gossypium spp.*)
- 31 Kenaf (*Hibiscus cannabinus*)
- 31 Sisal (*Agave sisalana*)

## BUNGA DAN TANAMAN HIAS

- 32 Palem kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*)
- 32 Azalea (*Rhododendron spp.*)
- 32 Begonia (*Begonia spp.*)
- 32 Anyelir (*Dianthus caryophyllus*)
- 32 Krisan (*Chrysanthemum spp.*)
- 32 Cyclamen (*Cyclamen spp.*)
- 32 Dracaena sanderiana
- 32 Gardenia (*Veitchii spp.*)
- 32 Geranium (*Pelargonium hortorum*)
- 32 Gerbera (*Gerbera*)
- 32 Gladiol (*Gladiolus spp.*)
- 33 Gloxinia (*Sinningia speciosa*)
- 33 Karet kebo (*Ficus elastica*)
- 33 Larkspur (*Delphinium spp.*)
- 33 Nasturtium (*Tropaeolum majus*)
- 33 Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*)

- 33 Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*)
- 33 Mawar (*Rosa spp.*)
- 34 Matthiola (*Matthiola spp.*)
- 34 Kacang manis (*Lathyrus odoratus*)
- 34 Tulip (*Tulipa spp.*)
- 34 Zinnia (*Zinnia spp.*)

## TANAMAN PAKAN TERNAK

- 34 Tanaman pakan legum
- 35 Alfalfa (*Medicago sativa*)
- 35 Rumput Bermuda (*Cynodon dactylon*)
- 35 Rumput Buffel (*Cenchrus ciliaris*)
- 35 Semanggi Alsike (*Trifolium hybridum*)
- 35 Gulma Burr (*Medicago hispida*)
- 35 Crimson clover (*Trifolium incarnatum*)
- 35 Semanggi merah (*Trifolium pratense*)
- 36 Semanggi subterranean (*Trifolium subterraneum*)
- 36 Semanggi manis (*Melilotus spp.*)
- 36 Semanggi putih (*Trifolium repens*)
- 36 Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*)
- 36 Leucaena leucocephala
- 36 Lotononis bainesii
- 36 Sesawi (*Sinapis alba*)
- 36 Neonatonia wightii
- 36 Panicum (*Panicum maximum*)
- 36 Paspalum (*Paspalum dilatatum*)
- 36 Rumput Perennial Afrika (*Setaria sphacelata*)
- 36 Phaseolus atropurpureus
- 37 Rumput Rhodes (*Chloris gayana*)
- 37 Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*)
- 37 Trefoil (*Lotus corniculatus*)

## TANAMAN BUAH DAN KACANG

- 37 Acerola (*Malpighia puniceifolia*)
- 37 Almon (*Prunus amygdalus*)
- 37 Aonla (*Emblica officinalis*)
- 37 Apel (*Malus sylvestris*)
- 37 Aprikot (*Prunus armeniaca*)
- 37 Alpukat (*Persea americana*)
- 38 Pisang (*Musa spp.*)
- 38 Blackberry (*Rubus spp.*)
- 38 Bluberi (*Vaccinium spp.*)
- 38 Jambu mete (*Anacardium occidentale*)
- 38 Cherimoya (*Anona cherimolia*)
- 38 Ceri (*Prunus cerasus*)
- 38 Jeruk (*Citrus spp.*)
- 40 Redcurrant (*Ribes sativum*)

- 40 Kurma (*Phoenix dactylifera*)
- 40 Tin (*Ficus carica*)
- 40 Anggur (*Vitis vinifera*)
- 40 Pepaya (*Carica papaya*)
- 40 Persik (*Prunus persica*)
- 40 Pir (*Pyrus communis*)
- 40 Pecan (*Carya illinoensis*)
- 41 Nanas (*Ananas comosus*)
- 41 Plum (*Prunus domestica*)
- 41 Raspberry (*Rubus idaeus*)
- 41 Stroberi (*Fragaria spp.*)
- 41 Walnut (*Juglans regia*)

#### TANAMAN PENGHASIL MINYAK

- 41 Kanola (*Brassica napus var. oleifera*)
- 42 Kelapa (*Cocos nucifera*)
- 42 Sesawi India (*Brassica juncea*)
- 42 Biji Rami, Flaks (*Linum usitatissimum*)
- 42 Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)
- 42 Zaitun (*Olea europaea*)
- 43 Kacang tanah (*Arachis hypogaea*)
- 43 Kedelai (*Glycine max*)
- 44 Bunga matahari (*Helianthus annuus*)
- 44 Kemiri (*Aleurites spp.*)

#### TANAMAN AKAR DAN UMBI

- 44 Wortel (*Daucus carota var. sativa*)
- 44 Singkong (*Manihot utilissima*)
- 44 Lobak putih (*Raphanus sativus var. longipinnatus*)
- 44 Mangold (*Beta vulgaris var. vulgaris*)
- 44 Parsnip (*Pastinaca sativa*)
- 44 Kentang (*Solanum tuberosum*)
- 46 Bit merah (*Beta vulgaris*)
- 46 Rutabaga (*Brassica napobrassica*)
- 46 Parsnip (*Pastinaca sativa*)
- 46 Kentang (*Solanum tuberosum*)
- 46 Bit merah (*Beta vulgaris*)
- 46 Rutabaga (*Brassica napobrassica*)
- 46 Swede (*Brassica rutabaga*)
- 46 Lobak (*Brassica rapa*)
- 46 Bit gula dan fodder beet (*Beta vulgaris*)
- 46 Ubi jalar (*Ipomoea batatas*)

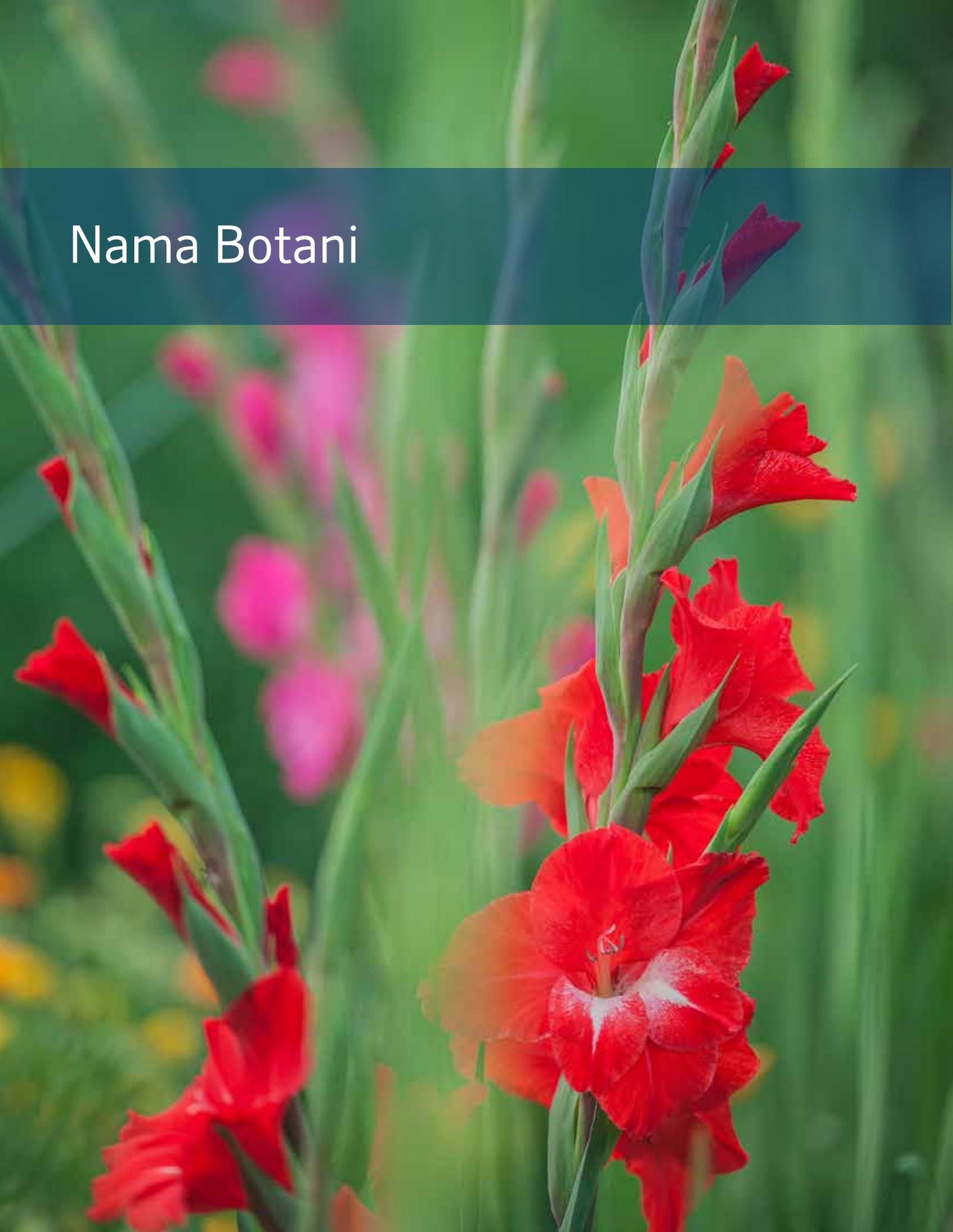
#### POHON DAN TANAMAN PENUTUP TANAH

- 46 Birch (*Betula sp.*)
- 46 Eastern cottonwood (*Populus deltoides*)
- 46 Eukaliptus (*Eucalyptus spp.*)
- 47 Holly (*Ilex aquifolium*)
- 47 Kauri (*Agathis australia*)
- 47 Murbei (*Morus alba*)
- 47 Pinus (*Pinus spp.*)
- 47 Pohon karet (*Hevea brasiliensis*)
- 47 Akasia (*Acacia mollissima*)
- 48 Tanaman penutup tanah kacang-kacangan (*Calopogonium mucunoides, Centrosema pubescens, and Pueraria phaseoloides*)

#### TANAMAN SAYURAN

- 48 Artichoke (*Cynara scolymus*)
- 48 Asparagus (*Asparagus officinalis*)
- 48 Buncis (*Phaseolus spp.*)
- 48 Kacang fava (*Vicia faba*)
- 48 Kubis Brussel (*Brassica oleracea var. gemmifera*)
- 48 Kubis (*Brassica oleracea var. capitata*)
- 48 Kembang kol, Brokoli (*Brassica oleracea var. botrytis*)
- 50 Seledri (*Apium graveolens var. dulce*)
- 50 Chicory (*Cichorium intybus*)
- 50 Sawi hijau (*Brassica chinensis*)
- 50 Kacang tunggak (*Vigna sinensis*)
- 50 Timun (*Cucumis sativus*)
- 50 Bawang putih (*Allium sativum*)
- 50 Gilo (*Solanum gilo*)
- 50 Kohlrabi (*Brassica oleracea var. gongylodes*)
- 50 Bawang prei (*Allium ampeloprasum*)
- 50 Selada (*Lactuca sativa*)
- 50 Labu kuning (*Cucurbita pepo*)
- 51 Melon, Cantaloupe (*Cucumis melo cantalupensis*)
- 51 Okra (*Hibiscus esculentis*)
- 51 Bawang merah (*Allium cepa*)
- 51 Ercis (*Pisum sativum*)
- 51 Lobak putih (*Raphanus sativus*)
- 51 Rhubarb (*Rheum rhaponticum*)
- 51 Bayam jepang (*Spinacia oleracea*)
- 51 Labu (*Cucurbita spp.*)
- 51 Tomat (*Lycopersicum esculentum*)

# Nama Botani



47	<i>Acacia mollissima</i>	35	<i>Cynodon dactylon</i>	32	<i>Pelargonium hortorum</i>
47	<i>Agathis australia</i>	44	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i>	37	<i>Persea americana</i>
31	<i>Agave sisalana</i>	33	<i>Delphinium</i> spp.	48	<i>Phaseolus</i> spp.
44	<i>Aleurites</i> spp.	32	<i>Dianthus caryophyllus</i>	36	<i>Phaseolus atropurpureus</i>
50	<i>Allium ampeloprasum</i>	32	<i>Dracaena sanderiana</i>	40	<i>Phoenix dactylifera</i>
51	<i>Allium cepa</i>	42	<i>Elaeis guineensis</i>	47	<i>Pinus</i> spp.
50	<i>Allium sativum</i>	37	<i>Emblica officinalis</i>	51	<i>Pisum sativum</i>
41	<i>Ananas comosus</i>	28	<i>Erythrina variegata</i>	46	<i>Populus deltoides</i>
38	<i>Anacardium occidentale</i>	46	<i>Eucalyptus</i> spp.	37	<i>Prunus amygdalus</i>
38	<i>Anona cherimolia</i>	33	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	37	<i>Prunus armeniaca</i>
50	<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i>	40	<i>Ficus carica</i>	38	<i>Prunus cerasus</i>
43	<i>Arachis hypogaea</i>	33	<i>Ficus elastica</i>	41	<i>Prunus domestica</i>
48	<i>Asparagus officinalis</i>	41	<i>Fragaria</i> spp.	40	<i>Prunus persica</i>
32	<i>Begonia</i> spp.	32	<i>Gerbera</i>	40	<i>Pyrus communis</i>
44	<i>Beta vulgaris</i>	32	<i>Gladiolus</i> spp.	51	<i>Raphanus sativus</i>
46	<i>Beta vulgaris</i>	43	<i>Glycine max</i>	44	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>longipinnatus</i>
44	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	31	<i>Gossypium</i> spp	51	<i>Rheum rhaponticum</i>
46	<i>Betula</i> sp.	28	<i>Grevillea robusta</i>	32	<i>Rhododendron</i> spp.
50	<i>Brassica chinensis</i>	44	<i>Helianthus annuus</i>	40	<i>Ribes sativum</i>
42	<i>Brassica juncea</i>	47	<i>Hevea brasiliensis</i>	33	<i>Rosa</i> spp.
46	<i>Brassica napobrassica</i>	31	<i>Hibiscus cannabinus</i>	41	<i>Rubus idaeus</i>
41	<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i>	51	<i>Hibiscus esculentis</i>	38	<i>Rubus</i> spp.
36	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>	27	<i>Humulus lupulus</i>	29	<i>Saccharum officinarum</i>
48	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	47	<i>Ilex aquifolium</i>	36	<i>Setaria sphacelata</i>
48	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	46	<i>Ipomoea batatas</i>	36	<i>Sinapis alba</i>
48	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>	41	<i>Juglans regia</i>	33	<i>Sinningia speciosa</i>
50	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	50	<i>Lactuca sativa</i>	50	<i>Solanum gilo</i>
46	<i>Brassica rapa</i>	34	<i>Lathyrus odoratus</i>	44	<i>Solanum tuberosum</i>
46	<i>Brassica rutabaga</i>	36	<i>Leucaena leucocephala</i>	29	<i>Sorghum vulgare</i>
48	<i>Calapogonium mucunoides</i> , <i>Centrosema pubescens</i> , and <i>Pueraria phaseoloides</i>	42	<i>Linum usitatissimum</i>	51	<i>Spinacia oleracea</i>
27	<i>Camellia sinensis</i>	36	<i>Lotononis bainesii</i>	37	<i>Stylosanthes humilis</i>
40	<i>Carica papaya</i>	37	<i>Lotus corniculatus</i>	26	<i>Theobroma cacao</i>
40	<i>Carya illinoensis</i>	51	<i>Lycopersicum esculentum</i>	35	<i>Trifolium hybridum</i>
35	<i>Cenchrus ciliaris</i>	37	<i>Malpighia puniceifolia</i>	35	<i>Trifolium incarnatum</i>
37	<i>Chloris gayana</i>	37	<i>Malus sylvestris</i>	35	<i>Trifolium pratense</i>
32	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	44	<i>Manihot utilissima</i>	36	<i>Trifolium subterraneum</i>
32	<i>Chrysanthemum</i> spp.	34	<i>Matthiola</i> spp.	36	<i>Trifolium repens</i>
33	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	35	<i>Medicago hispida</i>	29	<i>Trigonella foenum-graecum</i>
50	<i>Cichorium intybus</i>	35	<i>Medicago sativa</i>	29	<i>Triticum</i> spp.
38	<i>Citrus</i> spp.	36	<i>Melilotus</i> spp.	33	<i>Tropaeolum majus</i>
43	<i>Cocos nucifera</i>	47	<i>Morus alba</i>	34	<i>Tulipa</i> spp.
26	<i>Coffea arabica</i> and <i>C. canephora</i>	38	<i>Musa</i> spp.	38	<i>Vaccinium</i> spp.
30	<i>Cola nitida</i>	36	<i>Neonatonia wightii</i>	32	<i>Veitchii</i> spp.
51	<i>Cucumis melo cantalupensis</i>	30	<i>Nicotiana tabaccum</i>	48	<i>Vicia faba</i>
50	<i>Cucumis sativus</i>	42	<i>Olea europaea</i>	50	<i>Vigna sinensis</i>
50	<i>Cucurbita pepo</i>	29	<i>Oryza sativa</i>	40	<i>Vitis vinifera</i>
51	<i>Cucurbita</i> spp.	36	<i>Panicum maximum</i>	28	<i>Zea mays</i>
32	<i>Cyclamen</i> spp.	29	<i>Panicum millaceum</i>	34	<i>Zinnia</i> spp.
48	<i>Cynara scolymus</i>	30	<i>Papaver somniferum</i>		
		44	<i>Pastinaca sativa</i>		
		36	<i>Paspalum dilatatum</i>		



---

U.S. Borax | Rio Tinto  
200 E. Randolph, Suite 7100  
Chicago, IL 60601, AS

[agriculture.borax.com](http://agriculture.borax.com)