

Aplikasi Pupuk Mikro Boron dan Molibdenum pada Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) Varietas Mencir

*Micro Nutrient of Boron and Molybdenum Applications on Fruit Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Mencir Variety*

Ravi Aditama¹, Edi Santosa^{2*}, Juang Gema Kartika², Anggi Nindita², dan Astryani Rosyad²

Diterima 17 Maret 2025/ Disetujui 27 Agustus 2025

ABSTRACT

Indonesian strawberry quality is generally still low leading to high strawberry imports. Research aimed to evaluate the effect of Boron (B) and Molybdenum (Mo) applications on the production and quality of strawberries. The research was conducted at a farmer's field in Rancabali-Bandung, Indonesia, from July to August 2024. Formulated foliar fertilizer containing 500 ppm B and 5 ppm Mo was applied with different concentrations (0%, 0.5%, 0.6%, 0.8%). It was applied at different fruit stages (5 and 12 days after anthesis). Data were evaluated for the number of fruits, fruit size and weight, and fruit quality. Results showed that application time at different fruit ages had no significant effect on all variables. Fertilizer concentration did not affect fruit production, but it affected fruit firmness, TTA, and TSS levels. The concentration of 0.8% resulted in the highest level of firmness, the lowest TAA level (0.32%), and the highest TSS (12.40 °Brix). Thus, the B and Mo applications enhanced some indicators of fruit quality in strawberries. It is important to evaluate the effect of B and Mo applications at the farmer's level to enhance strawberry quality.

Keywords: Acidity, Brix, foliar fertilizer, production, vitamin C

ABSTRAK

Kualitas stroberi Indonesia umumnya masih rendah yang berakibat tingginya impor stroberi. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi pupuk daun mengandung Boron (B) dan Molibdenum (Mo) terhadap produksi dan kualitas buah stroberi. Penelitian dilakukan di lahan petani di Rancabali-Bandung, Indonesia, dari bulan Juli hingga Agustus 2024. Formulasi pupuk daun yang mengandung 500 ppm B dan 5 ppm Mo mulai diaplikasikan pada umur buah berbeda (5 dan 12 hari setelah anthesis) dengan konsentrasi berbeda (0%, 0.5%, 0.6%, dan 0.8%). Data evaluasi meliputi jumlah buah, ukuran dan bobot buah, serta kualitas buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata pada semua variabel. Konsentrasi pupuk tidak mempengaruhi produksi, tetapi mempengaruhi kekerasan buah, TAT, dan PTT. Konsentrasi 0.8% menghasilkan kekerasan tertinggi, TAT terendah (0.32%) dan PTT tertinggi (12.40 °Brix). Aplikasi B dan Mo meningkatkan sebagian karakter kualitas buah stroberi, namun efektivitasnya di petani perlu evaluasi lebih lanjut.

Kata kunci: Brix, keasaman, produksi, pupuk daun, vitamin C

¹Program Sarjana, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia.

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia.
E-mail: edi_santosa@apps.ipb.ac.id (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Bibit tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) masuk ke Indonesia pada tahun 1983 dan kemudian berkembang menjadi buah penting (Hanif dan Ashari, 2012). Stroberi diyakini memiliki manfaat kesehatan (Basu *et al.*, 2014). Prichko *et al.* (2021), menyatakan bahwa per 100 g buah stroberi mengandung vitamin C 48.8-67.8 mg, katekin 43.2-108.8 mg, dan antosianin 51.5-90.0 mg. Di Indonesia, stroberi termasuk buah eksotis dan disukai semua kelompok umur, sehingga lokasi budidaya juga menjadi tujuan agrowisata (Rasmilah dan Pratiwi, 2022). Pada 2019-2023, produksi meningkat 9.83% per tahun menjadi 277.22 ribu ton pada 2023 dengan sentra Jawa Barat (50.49%), Sulawesi Utara (8.40%), Sumatra Utara (6.91%), Sumatra Barat (6.30%), dan Jawa Timur (5.68%) (Kementan, 2024).

Namun, petani stroberi menghadapi mutu buah yang rendah yakni ukurannya kecil dan rasanya asam (Setiawati *et al.*, 2023). Akibatnya, konsumen menengah ke atas lebih menyukai stroberi impor yang berukuran besar, dan rasanya manis. Pada tahun 2018, impor stroberi mencapai 136.87 ton senilai US\$ 1.18 juta dari Korea, USA, Australia, Spanyol, Selandia Baru, Jepang, dan Thailand (BPS, 2019). Oleh karena itu, upaya meningkatkan kualitas stroberi nasional menjadi sangat penting untuk menekan impor.

Mutu stroberi dipengaruhi lokasi budidaya (Pratiwi *et al.*, 2024). Tanaman tumbuh baik pada suhu 10-30 °C (optimum 27 °C) (Haryati *et al.*, 2023). Konsekuensinya, tanaman berkembang di dataran tinggi seperti Brastagi, Bogor, Ciwidey, Garut, Lembang, Magelang, Purbalingga, Batu, dan Bedugul. Lahan sentra produksi umumnya tanah vulkan bercurah hujan tinggi (Hanif dan Ashari, 2012). Menurut Weil *et al.* (2016), tanah vulkanik di daerah tropis rentan kahat boron (B) dan molibdenum (Mo) karena mudah tercuci.

Tanaman stroberi kahat B dan Mo tumbuh kerdil dan menghasilkan buah berkualitas rendah. B dan Mo termasuk unsur *immobile* dalam tanaman, artinya kekurangan kedua

unsur mikro tersebut akan terlihat pada daun muda (Lieten, 2002; Kaiser *et al.*, 2005). B berperan dalam sintesis gula (Arunkumar *et al.*, 2022), dan Mo berperan pada proses kematangan dan kekerasan buah (Liu *et al.*, 2017). Walaupun telah banyak upaya meningkatkan kualitas buah stroberi seperti melalui pemupukan dan pengairan (Susanto *et al.*, 2010; Rasmilah dan Pratiwi, 2022; Setiawati *et al.*, 2023), namun aplikasi B dan Mo di Indonesia masih terbatas. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pupuk mikro B dan Mo pada produksi dan kualitas buah stroberi.

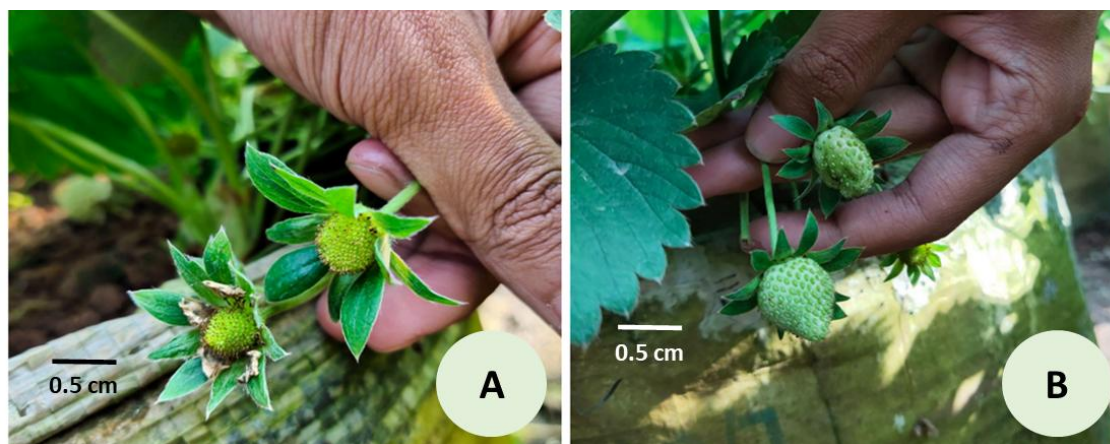
BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rancabali, Kabupaten Bandung pada Juli-Agustus 2024. Kualitas buah diuji di Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Bogor. Penelitian menggunakan tanaman milik petani, berumur 4 tahun, yang dipelihara dalam rumah plastik. Formulasi pupuk cair (belum merupakan pupuk komersial) mengandung Boron 0.05% (500 ppm) dan Molibdenum 0.0005% (5 ppm).

Pertanaman menggunakan varietas Mencir. Menurut Haryati *et al.* (2023) varietas Mencir berasal dari Bandung yang merupakan hasil persilangan varietas Festival dan California; varietas tersebut populer di Ciwidey dan Rancabali, Bandung.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama adalah waktu aplikasi yaitu 5 dan 12 hari setelah antesis. Umur 5 hari setelah antesis disebut sebagai tahap pertumbuhan buah *growing green* dan umur 12 hari setelah antesis disebut sebagai *growing white* (Gambar 1). Faktor kedua adalah konsentrasi pupuk yaitu 0, 0.5, 0.6, dan 0.8%. Perlakuan diulang empat kali, dan setiap ulangan menggunakan 7 tanaman.

Tanaman stroberi ditanam pada wadah karung 25 kg. Setiap karung berisi media sekitar 20 kg yang merupakan campuran tanah:pupuk kandang (2:1; v/v). Setiap karung memiliki 4 rumpun tanaman. Tanaman rutin diberi NPK (15:15:15) sebanyak 10 g per dua minggu per karung.



Gambar 1. Penampilan buah stroberi. A: *growing green* (5 hari setelah anthesis), B: *growing white* (12 hari setelah anthesis)

Pupuk mikro B dan Mo diaplikasikan melalui daun pukul 09.00 pagi, sebanyak 500 mL tiap karung. Penyemprotan dilakukan secara berulang dengan interval 4 hari. Penyemprotan dihentikan 4-5 hari sebelum panen; setiap tanaman menerima 4 kali penyemprotan hingga panen, kecuali perlakuan interval 12 hari yang menerima 3 kali penyemprotan. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari, sedangkan gulma dikendalikan dengan mencabut setiap minggu.

Pengamatan meliputi *fruit set* (jumlah bunga yang membentuk buah), jumlah buah, dan ukuran buah (bobot buah, lebar dan panjang). Panen dilakukan secara bertahap sesuai dengan kriteria buah matang yakni berwarna merah penuh. Panen dilakukan tiga kali dengan interval panen dua hari.

Kekerasan buah diukur menggunakan penetrometer. Kemasaman buah (total asam tertitrasi-TAT) diukur dengan metode titrasi dan padatan total terlarut-PTT (°Brix) diukur menggunakan refractometer. Kandungan vitamin C diukur dengan metode titrasi menggunakan iodium (Damayanti dan Kurniawati, 2017).

Data diuji keragamannya sebelum dilakukan uji ANOVA, dan nilai keragaman data menunjukkan memenuhi asumsi untuk pengujian. Uji ANOVA dilakukan dengan menggunakan aplikasi SAS 9.0. Perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata diuji lanjut menggunakan DMRT pada taraf α 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fruit Set, Jumlah dan Bobot Buah

Perlakuan waktu mulai aplikasi dan konsentrasi pupuk mikro tidak berpengaruh nyata pada *fruit set* (Tabel 1). Hasil tersebut berbeda dengan penelitian Arunkumar *et al.* (2022). Arunkumar *et al.* (2022), melaporkan *fruit set*

meningkat 4.89-17.77% akibat pemberian pupuk B. Lebih lanjut disampaikan Arunkumar *et al.* (2022), bahwa *fruit set* mencapai 80.56-93.44%, lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian ini. Perbedaan data *fruit set* tersebut diduga berkaitan dengan waktu aplikasi pupuk yang berbeda. Pada penelitian ini, pemberian pupuk B dilakukan setelah *fruit set* terjadi, sedangkan Arunkumar *et al.* (2022), melakukan sebelum anthesis.

Jumlah buah tidak dipengaruhi oleh waktu mulai pemberian B dan Mo (Tabel 1), walaupun ada kecenderungan waktu aplikasi mulai 12 hari setelah antesis meningkatkan jumlah buah. Perlu dicatat bahwa pada penelitian ini tidak dilakukan penjarangan buah, hal tersebut mengikuti praktek yang dilakukan oleh petani. Menurut petani, buah yang *off-grade* dapat digunakan sebagai bahan baku industri makanan, sehingga petani tidak melakukan penjarangan buah.

Tanaman kontrol menghasilkan jumlah buah yang paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi lain, khususnya pada panen ke-2 (Tabel 1). Jumlah buah nyata semakin sedikit pada panen ke-2 dengan semakin meningkatnya konsentrasi B dan Mo. Pada panen pertama dan ke-3, jumlah buah antar konsentrasi tidak berbeda nyata, walaupun pada panen pertama ada kecenderungan semakin tinggi konsentrasi semakin menurunkan jumlah buah, mirip dengan pada panen ke-2.

Bobot buah tidak nyata dipengaruhi oleh waktu aplikasi B dan Mo (Tabel 1). Konsentrasi B dan Mo nyata mempengaruhi bobot panen khususnya pada panen ke-2. Semakin tinggi konsentrasi B dan Mo, bobot total buah nyata semakin rendah. Pada panen pertama, total bobot buah dari perlakuan kontrol cenderung lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi lain. Hussein dan Al-Doori (2021) menambahkan bahwa pemberian B 20 mg L⁻¹ dikombinasikan dengan Ca 100 mg L⁻¹ nyata meningkatkan jumlah bunga dan buah, *fruit set*, dan diameter buah stroberi. Pada penelitian ini, dosis B yang diberikan untuk 0.8% adalah setara dengan 4 mg L⁻¹. Dengan

Tabel 1. Persentase *fruit set*, jumlah buah dan bobot buah stroberi per tanaman

Perlakuan	Fruit set (%)	Jumlah buah			Bobot buah (g)		
		H1	H2	H3	H1	H2	H3
Waktu aplikasi							
5 hari	83.5	3.1	2.6	2.9	19.00	17.09	24.61
12 hari	76.1	3.7	3.3	3.4	28.37	15.68	27.18
Konsentrasi (%)							
0	75.4	4.3	3.5 a	3.3	30.00	18.80 a	27.06
0.5	84.8	3.5	3.4 a	2.9	24.25	21.14 a	22.14
0.6	74.2	2.9	2.9 ab	3.3	19.56	14.62 ab	27.79
0.8	84.7	2.9	2.0 b	3.4	20.94	11.00 b	26.58

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; H1-panen ke-1, H2-panen ke-2, H3-panen ke-3.

demikian, dosis yang diberikan kemungkinan masih terlalu rendah dibandingkan dengan Hussein dan Al-Doori (2021).

Bobot panen stroberi dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran buah. Di lapangan, ukuran buah cenderung semakin besar jika jumlah buah dalam satu rangkaian semakin sedikit, dan buah berasal dari bunga yang muncul lebih awal. Hal tersebut mengindikasikan perlunya penjarangan buah untuk memperbesar ukuran buah. Pada penelitian ini, total bobot buah per dua siklus panen adalah 36.9- 44.05 g atau lebih rendah dibandingkan hasil Susanto *et al.* (2010), yakni 61.75- 85.11 g. Perbedaan tersebut diduga karena perbedaan varietas, dimana Susanto *et al.* (2010), menggunakan Aksesori No 12 yang merupakan calon varietas hasil seleksi petani.

Buah Normal, Abnormal dan Busuk

Waktu mulai pemberian B dan Mo tidak berpengaruh nyata pada jumlah buah normal, buah abnormal dan buah busuk (Tabel 2). Demikian juga konsentrasi B dan Mo tidak berpengaruh nyata pada jumlah buah normal, walaupun ada kecenderungan meningkatnya konsentrasi akan diikuti dengan penurunan jumlah buah normal (Tabel 2). Tanaman kontrol tanpa pemberian B dan Mo cenderung memiliki jumlah buah normal tertinggi panen pertama. Pada panen ke-3, jumlah buah normal pada konsentrasi 0.8% cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Jumlah buah berbentuk abnormal tidak dipengaruhi oleh waktu mulai pemberian dan konsentrasi B dan Mo, pada semua waktu panen (Tabel 2). Buah stroberi abnormal terbentuk akibat gangguan perkembangan buah dan penyerbukan yang tidak optimal (van Kruistum *et al.*, 2006), sehingga membuat bentuk buah tidak beraturan (Gambar 2A).

Jumlah buah busuk tidak nyata dipengaruhi perlakuan waktu aplikasi dan konsentrasi B dan Mo (Tabel 2). Buah busuk kering umumnya disebabkan cendawan (Gambar 2B). Buah busuk berair juga ditemukan di lapanga, yang kemungkinan disebabkan oleh bakteri. Namun demikian, tidak dilakukan evaluasi lebih lanjut jenis bakteri ataupun cendawan yang berkaitan dengan kejadian busuk tersebut.

Ukuran Buah

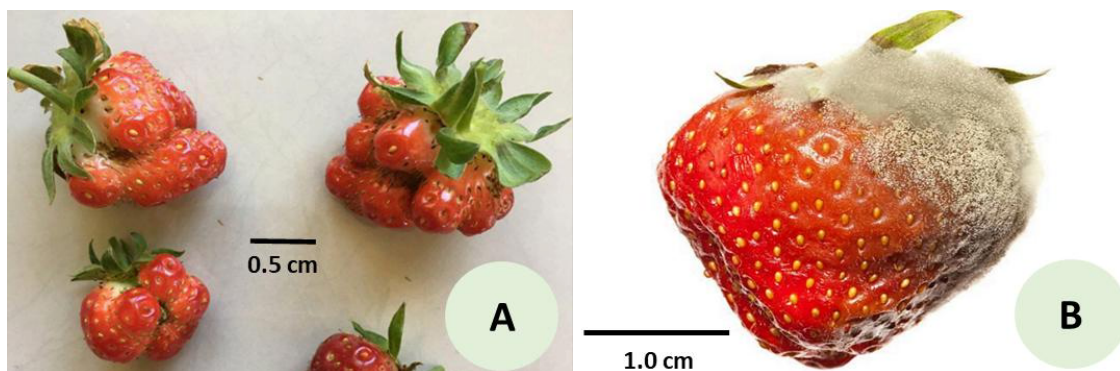
Panjang dan diameter buah stroberi tidak berbeda nyata baik antar perlakuan waktu mulai aplikasi maupun antar konsentrasi B dan Mo; pada semua waktu panen panjang buah yakni 3.04-3.44 cm (Tabel 3). Panjang tersebut mirip yang dilaporkan oleh Arunkumar *et al.* (2022), pada varietas Sweet Charlie yakni 3.17-3.94 cm. Secara umum, ukuran buah stroberi dipengaruhi oleh varietas dan waktu tanam (Magazin *et al.*, 2021), irigasi (Susanto *et al.*, 2010), pupuk (Arunkumar *et al.*, 2022), karakteristik pertumbuhan (Menzel, 2022), teknik budidaya (Chebotar *et al.*, 2022), serta pemberian auksin dan giberelin (Katel *et al.*, 2022).

Rasio panjang:diameter buah tidak berbeda nyata antar waktu mulai aplikasi dan antar perlakuan konsentrasi (Tabel 3). Hummer *et al.* (2023), mengelompokkan bentuk buah stroberi menjadi 6 yakni kerucut (*conic*), kerucut memanjang (*long conic*), kerucut membulat (*conic-wedge*), bulat sempurna (*globose*), bulat memanjang (*globose-conic*), dan menjari (*fingerling*). Tabel 3 menunjukkan nilai rasio panjang:diameter buah adalah 1.18-1.30, yang mencerminkan bentuk buah *globose-conic*. Jamieson (2017) dan Hummer *et al.* (2023), menyimpulkan bahwa rasio panjang:diameter buah stroberi dipengaruhi genotipe.

Kekerasan dan Total Asam Tertitrasi

Perlakuan waktu mulai aplikasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kekerasan buah berbeda dengan konsentrasi B dan Mo yang berpengaruh nyata (Tabel 4). Pada perlakuan konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi B dan Mo buah stroberi menjadi semakin keras (Tabel 4). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Oldoni *et al.* (2018), pada tanaman mangga, yakni lima kali aplikasi H_3BO_3 dengan konsentrasi 0.2-0.3% tiap aplikasinya mampu meningkatkan kekerasan buah mangga cv. Palmer.

Kekerasan buah stroberi yang tertinggi yakni 0.38-0.39 mm $g^{-1} s^{-1}$ pada konsentrasi 0.8% (Tabel 4). Menurut Katel *et al.* (2022), semakin keras kulit buah stroberi akan membuat buah stroberi semakin keras; dan kekerasan kulit buah



Gambar 2. Penampilan buah stroberi abnormal (A) dan busuk (B)

Tabel 2. Jumlah buah stroberi normal, abnormal dan busuk pada saat panen

Perlakuan	Buah normal			Buah abnormal			Buah busuk		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Waktu aplikasi									
5 hari	2.5	2.1	2.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
12 hari	3.3	2.5	3.1	0.1	0.5	0.1	0.3	0.3	0.2
Konsentrasi (%)									
0	3.4	2.5	2.6	0.3	0.5	0.4	0.6	0.5	0.3
0.5	3.0	2.6	2.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.1
0.6	2.8	2.1	3.1	0	0.6	0	0.1	0.1	0.1
0.8	2.5	1.9	3.3	0.3	0.1	0	0.1	0	0.1

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; H1-panen ke-1, H2-panen ke-2, H3-panen ke-3.

Tabel 3. Ukuran buah stroberi normal pada perlakuan pupuk daun mikro B dan Mo

Perlakuan	Panjang (P) (cm)			Diameter (D) (cm)			Rasio P:D		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Waktu aplikasi									
5 hari	3.04	2.99	3.19	2.46	2.43	2.58	1.24	1.23	1.24
12 hari	3.31	2.86	3.24	2.59	2.20	2.63	1.28	1.30	1.23
Konsentrasi (%)									
0	3.44	3.02	3.55	2.80	2.38	2.80	1.23	1.27	1.27
0.5	3.05	3.07	3.12	2.39	2.38	2.53	1.28	1.29	1.23
0.6	3.05	2.83	3.16	2.46	2.23	2.61	1.24	1.27	1.21
0.8	3.16	2.79	2.92	2.44	2.26	2.47	1.30	1.23	1.18

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; H1-panen ke-1, H2-panen ke-2, H3-panen ke-3.

dikendalikan oleh auksin dimana aplikasi auksin berbentuk senyawa NAA menghasilkan buah-buah stroberi yang lebih keras. Pada mangga, Oldoni *et al.* (2018), menyatakan bahwa B adalah prekursor askorbat yang diperlukan dalam aktivitas enzim ACC oksidase berperan dalam menurunkan kandungan senyawa fenolik, menekan perubahan warna, dan meningkatkan kandungan askorbat yang diduga terkait dengan perlambatan pelunakan bagian buah. Di sisi lain, mekanisme Mo dalam memperkeras buah stroberi masih belum jelas. Pada tanaman tembakau, Zhao *et al.* (2025), menyatakan bahwa Mo berperan dalam penebalan dinding sel. Diduga ada efek sinergistik antara B dan Mo pada kekerasan buah stroberi, namun hipotesis tersebut perlu dikaji lebih lanjut.

Total asam tertitrasi (TAT) secara statistik tidak berbeda nyata antar waktu mulai aplikasi, tetapi aplikasi mulai pada 12 hari setelah antesis cenderung meningkatkan total asam (Tabel 4). Kecenderungan kandungan asam yang lebih tinggi pada aplikasi mulai pada 12 hari setelah antesis tersebut terjadi pada semua waktu panen. Akumulasi asam organik

pada buah stroberi meningkat dari buah muda hingga buah tua, akibatnya buah tua cenderung memiliki kandungan asam organik yang lebih besar (Huang *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, kecenderungan aplikasi B dan Mo mulai umur buah 5 hari menghasilkan buah dengan kandungan asam yang lebih rendah. Hal tersebut diduga ada kaitannya dengan terjadinya konversi asam organik ke senyawa lain termasuk gula yang juga terjadi lebih awal (Kaiser *et al.*, 2005; Basuchaudhuri, 2023).

Tabel 4 menunjukkan bahwa konsentrasi B dan Mo yang diberikan nyata berpengaruh pada TAT. Total asam semakin rendah dengan semakin tinggi konsentrasi B dan Mo yang diaplikasikan, dan hal tersebut konsisten untuk semua waktu panen. Buah stroberi memiliki kandungan asam terendah yakni 0.31-0.37% pada konsentrasi 0.8% atau menurun 68.69-74.17% terhadap kontrol.

Penurunan kandungan asam dengan perlakuan B sejalan dengan hasil penelitian Deshwal *et al.* (2024). Pada penelitian Deshwal *et al.* (2024), pemberian asam borat 0.4% menurunkan total asam buah stroberi dari 0.83% ke 0.69%

atau menurun sebesar 16.87%. Penurunan kandungan asam diduga berkaitan dengan percepatan konversi asam organik menjadi gula atau senyawa lain (Kaiser *et al.* 2005), ataupun pengalihan jalur metabolik ke senyawa lain (Basuchaudhuri, 2023).

PTT dan Vitamin C

Kadar padatan total terlarut (PTT) buah stroberi tidak berbeda nyata antar perlakuan waktu mulai aplikasi, namun tanaman yang disemprot B dan Mo mulai buah berumur 5 hari menghasilkan buah dengan kandungan PTT yang cenderung lebih tinggi (Tabel 5). Konsentrasi B dan Mo nyata berpengaruh pada kadar PTT (Tabel 5). Tanaman kontrol menghasilkan buah dengan nilai 7.24-8.10 °Brix, yakni pada kisaran nilai seperti yang dilaporkan oleh Liu *et al.* (2017). Konsentrasi B dan Mo mempengaruhi °Brix seiring dengan peningkatan konsentrasi B dan Mo. Hal tersebut berbeda

dengan temuan Patel *et al.* (2023), bahwa kandungan PTT lebih dipengaruhi oleh genotipe dibandingkan oleh faktor lingkungan termasuk pemupukan. Abdullah *et al.* (2023), menyatakan bahwa pemberian 150 mg L⁻¹ NAA mampu meningkatkan kandungan PTT, vitamin C, dan gula total.

Konsentrasi pupuk B dan Mo yang memberikan nilai PTT tertinggi adalah 0.8% dengan nilai 11.90-12.40 °Brix (Tabel 5), artinya buah stroberi semakin manis dengan peningkatan konsentrasi. Hasil penelitian sejalan dengan Liu *et al.* (2017), penyemprotan buah dengan Mo (135 g ha⁻¹) menghasilkan PTT dan kemanisan yang tertinggi. Hal yang berbeda dilaporkan Setiawati *et al.* (2023), dimana pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati tidak dapat meningkatkan tingkat kemanisan buah stroberi. Secara umum nilai PTT yang tinggi dapat diartikan memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi, tetapi tidak selalu demikian walaupun PTT utamanya mengandung gula, didalamnya juga terdapat asam organik, mineral, vitamin dan senyawa lain (Umer *et al.*, 2020).

Tabel 4. Tingkat kekerasan dan total asam buah stroberi pada perlakuan pupuk daun mikro B dan Mo

Perlakuan	Tingkat kekerasan (mm g ⁻¹ s ⁻¹)			Total asam tertitrasi (TAT) (%)		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Waktu aplikasi						
5 hari	0.43	0.46	0.46	0.69	0.69	0.61
12 hari	0.46	0.50	0.50	0.77	0.78	0.79
Konsentrasi (%)						
0	0.52 a	0.59 a	0.60 a	1.17 a	1.19 a	1.14 a
0.5	0.46 b	0.49 b	0.51 b	0.82 b	0.93 b	0.85 b
0.6	0.43 c	0.45 c	0.44 c	0.56 c	0.51 c	0.50 c
0.8	0.38 d	0.39 d	0.38 d	0.37 d	0.31 d	0.32 d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; H1-panen ke-1, H2-panen ke-2, H3-panen ke-3.

Tabel 5. Padatan Total Terlarut, rasio PTT:TAT, dan kandungan vitamin C buah stroberi pada perlakuan pupuk daun mikro boron dan molibdenum

Perlakuan	PTT (°Brix)			Rasio PTT:TAT			Vitamin C (%)		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
Waktu aplikasi									
5 hari	10.33	10.57	10.81	14.99	15.42	17.76	1.24	1.28	1.27
12 hari	9.60	9.77	10.30	12.47	12.54	12.98	1.13	1.23	1.26
Konsentrasi (%)									
0	7.59 d	7.24 d	8.10 d	6.47 d	6.11 d	7.13 d	1.26	1.21	1.24
0.5	9.70 c	10.09 c	10.52 c	11.85 c	10.89 c	12.45 c	1.27	1.32	1.26
0.6	10.69 b	11.00 b	11.19 b	19.09 b	21.58 b	22.30 b	1.29	1.22	1.25
0.8	11.90 a	12.35 a	12.40 a	32.42 a	40.32 a	38.49 a	1.29	1.29	1.30

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; PTT- padatan total terlarut, TAT-Total asam tertitrasi; H1-panen ke-1, H2-panen ke-2, H3-panen ke-3.

Rasio PTT:TAT lebih mencerminkan perimbangan rasa manis dan asam buah, dan pada stroberi nilai 8.5–14.0 dianggap sebagai tingkat kemanisan yang tepat untuk konsumsi (Gündüz dan Özbay, 2018). Tabel 5 menunjukkan bahwa rasio tersebut diperoleh pada konsentrasi B dan Mo 0.5% atau lebih. Semakin tinggi konsentrasi pupuk B dan Mo, nilai rasio PTT:TAT semakin tinggi, dan nilai tertinggi 40.32 Brix% pada konsentrasi 0.8%. Jika mempertimbangkan pendapat Gündüz dan Özbay (2018), maka konsentrasi pupuk B dan Mo yang direkomendasikan yakni 0.5-0.6%.

Waktu mulai aplikasi dan konsentrasi B dan Mo tidak berpengaruh nyata pada kandungan vitamin C pada semua waktu panen (Tabel 5). Kandungan vitamin C berkisar 1.13-1.32%. Menurut Newerli-Guz *et al.* (2023), kandungan vitamin C pada stroberi ditentukan oleh varietas, tingkat kematangan, waktu panen, agrosistem, dan penyimpanan.

Implikasi Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pupuk mikro B dan Mo bervariasi tergantung peubah pengamatan. Waktu mulai aplikasi yang tidak berpengaruh nyata berimplikasi pupuk mikro B dan Mo dapat diaplikasikan lebih awal. Namun demikian, dengan interval pemberian 4 hari, aplikasi mulai umur 5 hari membutuhkan sumberdaya yang lebih banyak dibandingkan aplikasi mulai umur 12 hari.

Terdapat catatan penelitian ini yang kemungkinan dapat mempengaruhi hasil pada penelitian ini. Pertama, tanaman yang digunakan berumur 4 tahun, rejuvenasi biasanya dilakukan setiap 5 tahun. Pada banyak penelitian, tanaman yang digunakan berumur < 1 tahun, misal Susanto *et al.* (2010). Kedua, Mencir merupakan varietas lokal hasil seleksi oleh petani yang mungkin telah beradaptasi dengan kondisi penelitian. Banyak penelitian yang menunjukkan perbedaan respon pemberian pupuk mikro karena pengaruh faktor genetik (Magazin *et al.*, 2021; Hummer *et al.*, 2023). Oleh karena itu, perlu pengujian terhadap ragam varietas yang lebih banyak sebelum teknologi diadopsi petani secara luas.

KESIMPULAN

Waktu mulai aplikasi B dan Mo tidak berpengaruh nyata terhadap semua peubah pengamatan pada buah tanaman stroberi. *Fruit set*, jumlah buah, bobot panen, ukuran buah, dan kandungan vitamin C tidak dipengaruhi secara nyata oleh konsentrasi pupuk mikro. Konsentrasi pupuk mikro nyata meningkatkan kekerasan buah, padatan total terlarut (PTT), dan kemasaman pada buah stroberi. Konsentrasi pupuk mikro 0.8% memberikan pengaruh tertinggi pada kualitas buah. Penelitian ini dapat menjadi pijakan bagi penelitian selanjutnya, bahwa pupuk mikro B dan Mo dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas buah stroberi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Hadi S Pasaribu dan Bapak Agus Joko Ismanto yang telah menyediakan bahan dan membiayai penelitian. Terimakasih kepada Bapak Heri dan Bapak Wayan yang telah membantu kegiatan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S.A., A.W. Wani, A. Sharma, G. Singh, Zarina. 2023. Improving production and quality of strawberry (*Fragaria × Ananassa* Duch.) Cv. Chandler with plant growth regulators: A study in Northern Punjab. *Internat. J. Plant Soil Sci.* 35(21): 170-76. [Doi: https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i213959](https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i213959)
- Arunkumar, K., M.J. Varghese, S. Sudhakar, R. Marimuthu, P.K. Paul, A. Ashiba, R. Abishek. 2022. Foliar application of calcium and boron on yield and quality attributes of strawberry. *Pharma Innov. J.* 11(4): 2054-2057.
- Basu, A., A. Nguyen, N.M. Betts, T.J. Lyons. 2014. Strawberry as a functional food: an evidence-based review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 54(6):790-806. [Doi: https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608174](https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608174)
- Basuchaudhuri, P. 2023. Molybdenum nutrition in plants. *Indian J. Plant Sci.* 12: 41-60.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2019. Statistik Perdagangan Luar Negeri: Impor 2018. Jilid I. Pp.65. Badan Pusat Statistik, Indonesia.
- Chebatar, V.K., E.P. Chizhevskaya, N.I. Vorobyov, V.V. Bobkova, L.V. Pomyakshcheva, Y.V. Khomyakov, S.N. Konovalov. 2022. The quality and productivity of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) improved by the inoculation of PGPR *Bacillus velezensis* BS89 in field experiments. *Agronomy.* 12(11): 2600. [Doi: https://doi.org/10.3390/agronomy12112600](https://doi.org/10.3390/agronomy12112600)
- Damayanti, E.T., P. Kurniawati. 2017. Perbandingan metode penentuan vitamin C pada minuman kemasan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis dan iodimetry. *Pros. Sem. Nas. Kimia Pembelajaran* 5 Nov 2017: 258-266.
- Deshwal, A., J. Singh, A. Tiwari, S.K. Singh, A.V. Singh, M.S. Rathi. 2024. Effect of micronutrients on fruit quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv. Chandler in western Uttar Pradesh conditions. *Internat. J. Agric. Invention.* 9(1): 105-109. [Doi: https://doi.org/10.46492/IJAI/2024.9.1.16](https://doi.org/10.46492/IJAI/2024.9.1.16)

- Gündüz, K., H. Özbay. 2018. The effects of genotype and altitude of the growing location on physical, chemical, and phytochemical properties of strawberry. Turk. J. Agric. For. 42: 145-153. [Doi: https://doi.org/10.3906/tar-1706-65](https://doi.org/10.3906/tar-1706-65)
- Hanif, Z., H. Ashari. 2012. Sebaran stroberi (*Fragaria x ananassa*) di Indonesia. Hal 87-95. Prosiding Seminar Nasional Pekan Inovasi Teknologi Hortikultura Nasional: Penerapan Inovasi Teknologi Hortikultura dalam Mendukung Pembangunan Hortikultura yang Berdaya Saing dan Berbasis Sumberdaya Genetik Lokal, Lembang 5 Juli 2012.
- Haryati, S., E.R. Yulastuti, R. Sudiaz, H. Simbolon, N. Eriza, T.E. Apriyadi, E.K. Dewi, R.A. Baroroh, Y.C.P. Tama, R. Wijaya. 2023. Pedoman Budidaya Stroberi. Pertanian Press, Ragunan, Jakarta. 70 Hal.
- Huang, X.Y., D.W. Hu, F.J. Zhao. 2022. Molybdenum: More than an essential element. J. Exp. Bot. 73(6): 1766-1774. [Doi: https://doi.org/10.1093/jxb/erab534](https://doi.org/10.1093/jxb/erab534)
- Hummer, K.E., N.V. Bassil, J.D. Zurn, B. Amyotte. 2023. Phenotypic characterization of a strawberry (*Fragaria x ananassa* Duchesne ex Rosier) diversity collection. Plants People Planet. 5(2): 209-224. [Doi: https://doi.org/10.1002/ppp3.10316](https://doi.org/10.1002/ppp3.10316)
- Hussein, S.A., M.F. Al-Doori. 2021. The effect of spraying with calcium, boron and benzyl adenine on the quantity and quality of yield for strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch) CV. Rubygem. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 910: 012066. [Doi: https://doi.org/10.1088/1755-1315/910/1/012066](https://doi.org/10.1088/1755-1315/910/1/012066)
- Jamieson, A.R. 2017. Strawberry shape: phenotypic variation in length and width. Acta Hort. 1156: 135-140. [Doi: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.19](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.19)
- Kaiser, B.N., K.L. Gridley, J.N. Brady, T. Phillips, S.D. Tyerman. 2005. The role of molybdenum in agricultural plant production. Ann. Bot. 96: 745-754. [Doi: https://doi.org/10.1093/aob/mci226](https://doi.org/10.1093/aob/mci226)
- Katel, S., H.R. Mandal, S. Kattel, S.P.S. Yadav, B.S. Lamshal. 2022. Impacts of plant growth regulators in strawberry plant: A review. Heliyon. 8(12): e11959. [Doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11959](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11959)
- Kementan [Kementerian Pertanian]. 2024. Angka Tetap Hortikultura Tahun 2023. Pp.192. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian.
- Lieten, P. 2002. Boron deficiency of strawberries grown in substrate culture. Acta Hort. 567: 451-454. [Doi: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.567.94](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.567.94)
- Liu, L., W. Xiao, M.-L. Ji, C. Yang, L. Li, D.-S. Gao, X.-L. Fu. 2017. Effects of molybdenum on nutrition, quality, and flavour compounds of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. cv. Akihime) fruit. J. Integrative Agric. 16(7): 1502-1512. [Doi: https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61518-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61518-6)
- Magazin, N., M. Apić, B. Milić, M. Miodragović, J. Kalajdić, G. Popara. 2021. Effect of summer planting time on strawberry productivity and quality. Acta Hort. 1309: 297-302. [Doi: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.43](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.43)
- Menzel, C.M. 2022. A review of productivity in strawberry: do the plants need larger canopies, more flowers, or higher CO₂ assimilation for higher yields? J. Hort. Sci. Biotech. 97(6): 674-696. [Doi: https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2077240](https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2077240)
- Newerli-Guz, J., M. Śmiechowska, A. Drzewiecka, R. Tylingo. 2023. Bioactive ingredients with health-promoting properties of strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne). Molecules. 28(6): 2711. [Doi: https://doi.org/10.3390/molecules28062711](https://doi.org/10.3390/molecules28062711)
- Oldoni, F.C.A., A.M.N. Lima, I.H.L. Cavalcante, K.S.M. Sousa, M.A. Carneiro, I.R.B. Carvalho. 2018. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. Rev. Bras. Frutic. 40(3): 1-8. [Doi: https://doi.org/10.1590/0100-29452018622](https://doi.org/10.1590/0100-29452018622)
- Patel, H., T. Taghavi, J.B. Samtani. 2023. Fruit quality of several strawberry cultivars during the harvest season under high tunnel and open field environments. Horticulturae. 9(10): 1084. [Doi: https://doi.org/10.3390/horticulturae9101084](https://doi.org/10.3390/horticulturae9101084)
- Pratiwi, S.H., R.T. Purnamasari, F. Hidayanto, I.D. Bakhtiar. 2024. Respon pertumbuhan dan hasil stroberi (*Fragaria* sp.) varietas mencir terhadap pemberian trichokompos kohe sapi dan NPK. Agroteknika. 7(1): 24-38. [Doi: https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i1.250](https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i1.250)
- Prichko, T.G., N.V. Droficheva, T.L. Smelik, M.V. Karpushina. 2021. Nutrients of fresh strawberries and products of its processing taking into account varietal characteristics. Vopr Pitan. 90(2): 117-127. [Doi: https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-117-127](https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-117-127)

- Rasmilah, I., R.U. Pratiwi. 2022. Perkembangan budidaya tanaman stroberi di Desa Sukaresmi Kecamatan Rancabali Kabupaten Bandung. *Geoarea*. 5(1): 20-28.
- Setiawati, M.R., N. Rachelita, B.N. Fitriatin, A. Nurbaity, A. Yuniarti, P. Suryatmana, R. Hindersah. 2023. Pengaruh pemberian asam humat, asam fulvat, dan pupuk hayati pada media tanam terhadap beberapa sifat kimia tanah, hasil, dan kualitas buah stroberi (*Fragaria ananassa*). *J. Agrikultura*. 34(2): 255-263. [Doi: https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.46734](https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.46734)
- Susanto, S., B. Hartanti, N. Khumaida. 2010. Produksi dan kualitas buah stroberi pada beberapa sistem irigasi. *J. Hort. Indonesia*. 1(1): 1-9. [Doi: https://doi.org/10.29244/jhi.1.1.1-9](https://doi.org/10.29244/jhi.1.1.1-9)
- Umer, M.J., L.B. Safdar, H. Gebremeskel, S. Zhao, P. Yuan, H. Zhu, M.O. Kaseb, M. Anees, X. Lu, N. He, C. Gong, W. Liu. 2020. Identification of key gene networks controlling organic acid and sugar metabolism during watermelon fruit development by integrating metabolic phenotypes and gene expression profiles. *Hort. Res.* (2020)7: 193. [Doi: https://doi.org/10.1038/s41438-020-00416-8](https://doi.org/10.1038/s41438-020-00416-8)
- Van Kruistum, G., G. Blom, B. Meurs, B. Evenhuis. 2006. Malformation of strawberry fruit (*Fragaria × ananassa*) in glasshouse production in spring. *Acta Hortic.* 708: 413-416. [Doi: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.708.73](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.708.73)
- Weil, N.C., R.R. Brady, R.R. Weil. 2016. *The Nature and Properties of Soils*. Fifteenth Edition, Pearson, Columbus.
- Zhao, Y., Y. Zhang, K. Zhang, J. Tian, H. Teng, Z. Xu, J. Xu, H. Shao, W. Jia. 2025. Molybdenum can regulate the expression of *molybdase genes*, affect molybdase activity and metabolites, and promote the cell wall biosynthesis of tobacco leaves. *Biology*. 14(1): 66. [Doi: https://doi.org/10.3390/biology14010066](https://doi.org/10.3390/biology14010066)