

Kajian Komponen Produksi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang diberi Pupuk Boron dan NPK

Ahmad Huesesan¹, Syafrinal^{1*}, dan M Amrul Khoiri¹

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293 – Indonesia
*email korespondensi: syafrinal@lecturer.unri.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 03-07-2024
Direvisi: 21-11-2024
Dipublikasi: 31-05-2025

Keywords:
Boron, Fertilizer, NPK,
Oil Palm, Production
component

Kata Kunci:
Boron, NPK, Kelapa
sawit, Komponen
produksi, Pupuk

ABSTRACT/ABSTRAK

Study of oil palm production components (*Elaeis guineensis* Jacq.) with the application of Boron and NPK Fertilizers

The low productivity of oil palm plants is a problem that must be overcome in the smallholder plantations. This study aims to evaluate the effect of the application of Boron and NPK fertilizers on increasing the production components of oil palm plants (*Elaeis guineensis* Jacq.) and to determine the best treatment combination. The research was conducted in Bencah Kelubi Village, Tapung District, Kampar Regency, from May to November 2023. The research was carried out experimentally with a factorial complete randomized design (CRD) with 2 factors, namely Boron and NPK fertilizers. The first factor is the dose of boron fertilizer with three levels, consisting of B0: Control, B1: 75 g per plant, and B2: 150 g per plant. The second factor is the dose of NPK fertilizer with three levels, namely P1: 1.50 kg per plant, P2: 2.50 kg per plant, and P3: 3.50 kg per plant. Parameters observed were the number of female flower clusters and male flowers, sex ratio, number and weight of fruit clusters, weight and volume of fresh fruit, and mesocarp thickness. The data obtained were statistically analyzed using analysis of variance and followed by the DMRT test at the 5% level using the SAS version 9.0 application. Application of 3.5 kg NPK fertilizer per plant increased the weight of fruit clusters, fresh fruit weight, fresh fruit volume, and mesocarp thickness. Boron fertilizer had no effect on all observation parameters. The NPK fertilizer affected fresh fruit weight, fresh fruit volume, and mesocarp thickness. The NPK fertilizer in a dose of 3.5 kg per plant shows significantly better performance compared to the 1.5 kg per plant dose, resulting in 11.70 kg of fruit cluster weight, 11.19 g of fresh fruit weight, 10.08 mL of fresh fruit volume, and 3.98 mm of mesocarp thickness.

Rendahnya produktivitas tanaman kelapa sawit merupakan permasalahan yang harus diatasi pada pola perkebunan rakyat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek pemberian pupuk boron dan NPK terhadap peningkatan komponen produksi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) serta untuk mendapatkan kombinasi perlakuan yang terbaik. Penelitian dilaksanakan di Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar dari bulan Mei sampai November 2023. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor yaitu pupuk boron dan NPK. Faktor pertama adalah dosis pupuk boron dengan taraf tiga, terdiri dari B0 : Kontrol, B1 : 75 g per tanaman dan B2 : 150 g per tanaman. Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK dengan tiga taraf, yaitu P1 : 1,50 kg per tanaman, P2 : 2,50 kg per tanaman dan P3 : 3,50 kg per tanaman. Parameter yang diamati adalah jumlah tandan bunga betina dan bunga jantan, *sex ratio*, jumlah dan

bobot tandan buah, berat dan volume buah segar serta ketebalan *mesocarp*. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam dan diuji lebih lanjut dengan uji DNMRT pada taraf 5% menggunakan aplikasi SAS versi 9.0. Pemberian pupuk NPK 3,5 kg per tanaman meningkatkan bobot tandan buah segar, bobot buah segar, volume buah segar, dan ketebalan *mesocarp*. Pemberian pupuk boron tidak berpengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Aplikasi pupuk NPK 3,5 kg per tanaman memberikan hasil yang lebih baik yang berbeda secara signifikan dibandingkan perlakuan pupuk NPK 1,5 kg per tanaman, menghasilkan 11,70 kg bobot tandan buah segar, 11,19 g bobot buah segar, 10,08 mL volume buah segar, dan 3,98 mm ketebalan *mesocarp*.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman perkebunan yang sangat penting di Indonesia. Indonesia merupakan produsen utama minyak kelapa sawit di dunia (Silitonga dkk., 2020). Areal perkebunan kelapa sawit dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, luas lahan kelapa sawit yang ada di Indonesia pada tahun 2021 telah mencapai 14,66 juta ha dengan produksi nasional sebanyak 46,85 juta ton dan untuk Provinsi Riau terdapat 2,86 juta ha dengan produksi yaitu 8,78 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2022).

Pengelolaan perkebunan kelapa sawit di provinsi Riau terbagi menjadi perkebunan rakyat, perkebunan besar milik negara, dan perkebunan swasta. Data Direktorat Jenderal Perkebunan tahun 2021 menunjukkan bahwa produktivitas tanaman kelapa sawit di Provinsi Riau, khususnya pada perkebunan rakyat masih lebih rendah dibandingkan dengan perkebunan besar milik negara dan swasta. Hasil tandan buah segar rata-rata per hektar per bulan dari perkebunan rakyat adalah 3,03 ton, sementara perkebunan besar milik negara mencapai 5,20 ton dan perkebunan swasta mencapai 4,46 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2022). Rendahnya produktivitas kelapa sawit dari perkebunan rakyat dibandingkan pengelolaan lainnya antara lain disebabkan oleh rendahnya unsur hara makro maupun mikro pada areal pengembangan tanaman kelapa sawit. Hasil penelitian Sitepu dkk. (2021) menunjukkan bahwa produksi kelapa sawit di perkebunan swasta di Batee Puteh pada tahun 2021 mencapai 8,53 t/ha per tahun, lebih tinggi dibandingkan perkebunan rakyat dengan produksi hanya mencapai 6,45 t/ha per tahun. Hal ini dilaporkan disebabkan oleh penggunaan jenis pupuk yang lebih beragam dan dosis yang lebih tinggi di perkebunan swasta sehingga tanaman menerima

lebih banyak unsur hara, sebaliknya perkebunan rakyat hanya menggunakan satu jenis pupuk dengan dosis yang lebih rendah sehingga berakibat pada produksi yang rendah.

Boron merupakan salah satu unsur hara mikro yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang sedikit, tetapi kelebihan dan kekurangan unsur boron akan berpengaruh sangat signifikan pada pertumbuhan tanaman itu sendiri (Muhamat dkk., 2021). Gejala khas dari defisiensi boron pada tanaman kelapa sawit meliputi munculnya daun pancing (*hookleaf*), daunnya menjadi keriting dan pelepah menjadi pendek jika defisiensi sudah cukup parah (Ginting & Pane, 2023). Kekurangan boron pada tanaman kelapa sawit dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, perkembangan, pembuahan dan menurunnya kualitas buah, serta menyebabkan tanaman gagal menghasilkan malai (Brdar-Jokanović, 2020). Pemberian pupuk boron dilakukan guna meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Selain itu, diperlukan pula pemberian pupuk majemuk NPK untuk dapat meningkatkan hasil kelapa sawit.

Pupuk majemuk NPK adalah salah satu jenis pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur hara utama dalam komposisinya. Unsur hara pada pupuk majemuk merupakan unsur hara makro terdiri dari Nitrogen (N), Pospor (P) dan Kalium (K). Unsur hara makro tersebut sangat penting untuk pertumbuhan tanaman sawit (Sukmawan dkk., 2016). Pupuk sangat diperlukan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Pemberian pupuk NPK yang cukup dan seimbang dapat membantu menutupi kekurangan unsur hara N, P, dan K. Diharapkan pemberian pupuk NPK yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk boron yang cukup dan seimbang dapat meningkatkan kualitas hasil seperti berat buah segar, volume buah segar dan ketebalan mesocarp

serta kuantitas hasil produksi kelapa sawit. Adapun penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh interaksi dan faktor tunggal pemberian pupuk boron dan NPK terhadap peningkatan komponen produksi tanaman kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq.).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman kelapa sawit varietas DxP Marihat berumur 12 tahun yang sudah menghasilkan, yang ditanam pada lahan dengan jenis tanah mineral Inceptisol. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei – November 2023, berlokasi di kebun kelapa sawit milik warga yang terletak di wilayah Kecamatan Tapung dan merupakan lahan daerah aliran sungai tapung. Luas lahan kebun ± 8 ha, namun yang dijadikan lokasi percobaan seluas 1 ha dengan 54 tanaman kelapa sawit sebagai sampel. Jarak tanam antar pohon kelapa sawit dalam satu baris adalah 8 m x 9 m. Pelaksanaan penelitian meliputi: persiapan tempat, pemasangan label pada batang tanaman yang dilakukan untuk mempermudah dalam pemberian perlakuan dan pengamatan selama percobaan, penentuan sampel, pemupukan, dan pemeliharaan.

Populasi dalam penelitian ini merupakan pohon kelapa sawit yang ditanam pada waktu yang sama dengan pemberian perawatan yang sama dalam pemeliharaan tanaman kelapa sawit serta kondisi lingkungan yang sama pula, sehingga pertumbuhan populasi tanaman kelapa sawit di lokasi penelitian relatif sama. Untuk itu rancangan percobaan yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan menggunakan dua faktor, yaitu pupuk boron dan pupuk NPK (13-6-27). Faktor I adalah dosis pupuk boron dengan tiga taraf: $B_0 = 0$ g, $B_1 = 75$ g dan $B_2 = 150$ g per tanaman. Faktor II adalah dosis pupuk NPK dengan tiga taraf: $P_1 = 1,50$ kg, $P_2 = 2,50$ kg dan $P_3 = 3,50$ kg per tanaman. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 27 tanaman pada penelitian.

Variabel pengamatan meliputi: jumlah tandan bunga betina dan bunga jantan per tanaman, jumlah tandan buah segar, bobot tandan buah segar, bobot buah segar, volume buah segar, dan ketebalan *mesocarp* yang diamati setiap satu bulan sekali pada bulan Juni – November 2023. Pengamatan parameter bobot buah dilakukan dengan menimbang bobot buah yang dipanen setiap bulan menggunakan timbangan digital. Volume buah diamati menggunakan metode volumetri dengan cara memasukkan lima buah segar sebagai sampel ke

dalam gelas ukur yang berisi 100 ml air, selanjutnya volume akhir dikurangi volume awal (100 ml) dibagi dengan jumlah buah segar sampel (lima buah segar), sedangkan ketebalan mesocarp diukur dengan cara membelah buah segar secara horizontal menggunakan pisau, kemudian dari keempat sisinya diukur ketebalan mesocarp menggunakan jangka sorong, selanjutnya diambil nilai rata-ratanya. Penghitungan *sex ratio* per tanaman dilakukan dengan membagi jumlah tandan bunga jantan dengan jumlah bunga betina. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam taraf nyata 5%. Apabila tidak terdapat interaksi antara faktor I dosis pupuk boron dan faktor II dosis pupuk NPK, maka uji lanjut dilakukan pada faktor tunggal yang menunjukkan hasil analisis ragam yang berbeda nyata menggunakan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Tandan Bunga Betina Per Tanaman (Tandan)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan jumlah tandan bunga betina per tanaman menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk kedua faktor variable yang diuji (Tabel 1). Hal ini diduga karena adanya perlakuan pemberian pupuk boron dan NPK dalam penelitian ini belum mampu memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal, sehingga menghambat pertumbuhan generatif, khususnya dalam peningkatan jumlah tandan bunga betina per tanaman kelapa sawit. Menurut Fathurrahman dkk. (2022), tanaman akan tumbuh subur jika unsur hara yang dibutuhkan tersedia dengan cukup, sehingga dapat meningkatkan hasil tanaman. Jumlah tandan bunga betina per tanaman terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan pupuk boron untuk semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Perlakuan pupuk boron pada penelitian ini memberikan hasil jumlah tandan bunga betina per tanaman yakni berkisar antara 3,28 – 3,55 tandan kelapa sawit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk boron belum terlihat perannya dalam meningkatkan jumlah tandan bunga betina. Hal ini diduga terjadi karena belum seimbang unsur hara yang diberikan dengan jumlah unsur hara yang diserap oleh tanaman dari dalam tanah. Menurut Ginting & Pane (2023), kebutuhan boron tahunan pada beberapa organ tanaman menjadi menurun pada umur 8 tahun

tanaman kelapa sawit yakni sekitar 220 g/ha/tahun, dan stabil pada umur 12 tahun yakni sekitar 198 g/ha/tahun. Boron secara tidak langsung berperan penting pada perkembangan dan pertumbuhan tanaman, terutama pada fase pembungaan dan perkembangan buah. Pereira *et al.* (2021) menyatakan bahwa Boron sangat penting untuk pertumbuhan generatif. Jumlah tandan bunga betina pada semua perlakuan cenderung stabil dari bulan ke bulan, hal tersebut diduga kemungkinan disebabkan oleh pengaruh faktor lingkungan pada tanaman yang diamati, seperti kerapatan stomata yang lebih dipengaruhi oleh faktor suhu, intensitas cahaya dan adaptasi tanaman terhadap lingkungannya.

Tabel 1. Jumlah tandan bunga betina per tanaman dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama enam bulan setelah perlakuan

Dosis Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Jumlah Tandan Bunga Betina
0	3,28
75	3,40
150	3,55
Dosis Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Jumlah Tandan Bunga Betina
1,5	3,17
2,5	3,40
3,5	3,67

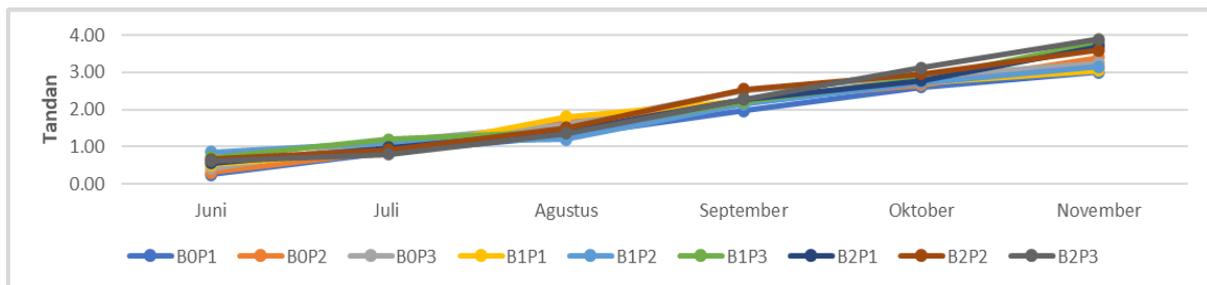
Tabel 1 juga menunjukkan bahwa perlakuan faktor tunggal pupuk NPK memberikan hasil yang berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap jumlah tandan bunga betina setelah perlakuan yang diamati selama enam bulan. Perlakuan pupuk NPK pada penelitian menghasilkan jumlah tandan bunga betina per tanaman yakni berkisar antara 3,17 – 3,67 tandan. Tanaman akan mengalami pertumbuhan yang cepat apabila kebutuhan unsur hara esensial khususnya N, P dan K tersedia dalam jumlah yang cukup. Pembentukan bunga sangat dipengaruhi oleh unsur hara yang terdapat pada medium tanah dan dalam kondisi yang tersedia bagi tanaman. Kekurangan unsur hara akan menurunkan produksi tandan bunga betina dan menurunkan produktivitas kelapa sawit. Unsur P berperan penting dalam proses perkembangan bunga, kekurangan unsur P akan menyebabkan proses pembungaan tanaman terhambat. Kekurangan P pada tanaman pada awal fase generatif dapat menghambat pembentukan bunga, sehingga jumlah bunga akan lebih sedikit (Sari dkk., 2017).

Pemberian pupuk NPK belum mampu meningkatkan jumlah bunga betina tanaman kelapa sawit pada penelitian ini karena terhambatnya pertumbuhan tandan bunga betina, hal ini diduga disebabkan oleh rendahnya dosis pemberian pupuk pada penelitian ini sehingga belum dapat memenuhi kebutuhan optimal pada tanaman kelapa sawit. Kandungan pupuk NPK yang digunakan memiliki rasio 13:6:27 termasuk kandungan fosfor yang rendah untuk tanaman yang berumur 12 tahun. Pupuk phosphorus berperan dalam proses metabolisme tanaman, seperti transfer energi Adenosine Triphosphate (ATP), Adenosine Diphosphate (ADP), dan Adenosine Monophosphate (AMP). Defisiensi P akan mengakibatkan penurunan proses metabolisme yang meliputi terhambatnya pertumbuhan dan perbanyakan sel, respirasi, dan fotosintesa. Unsur Fosfor dalam tanaman berperan dalam proses respirasi, fotosintesis dan laju pertumbuhan tanaman. Unsur Kalium (K) berfungsi sebagai katalisator dan pengatur kegiatan vital tanaman seperti fotosintesis, transpirasi dan reaksi biokimia daun. Kalium juga banyak terdapat dalam tandan buah kelapa sawit, terutama pada tangkai buah, mesocarp dan cangkang. Kekurangan kalium dilaporkan dapat menyebabkan penurunan produksi kelapa (Susilo dkk., 2023).

Menurut Amisnaipa dkk. (2009), pemenuhan kebutuhan pupuk yang optimal dapat dilakukan untuk memastikan tanaman mencapai hasil produksi yang maksimal. Kalium merupakan unsur hara terpenting untuk kelapa sawit karena unsur hara ini paling banyak ditransfer ketandan buah. Menurut Sastrosayono (2003) aktivitas penting dalam proses fisiologis, seperti fotosintesis dan respirasi banyak dipengaruhi oleh unsur kalium. Unsur kalium berperan dalam memperbesar bobot tandan dan mempercepat panen pertama pada tanaman kelapa sawit muda. Pupuk kalium ini akan membantu pembentukan protein, karbohidrat dan gula, serta membantu pengangkutan gula dari daun ke buah (Maruli *et al.*, 2012). Hasil fotosintesis berupa karbohidrat memiliki peran penting dalam metabolisme, selain itu juga merupakan substrat dalam penyediaan unsur hara dan dapat pula meningkatkan hasil biomassa kering secara nyata pada tanaman (Syakir & Gusmaini, 2020). Kekurangan kalium pada tanaman menyebabkan banyak proses yang tidak berjalan dengan baik misalnya akumulasi karbohidrat terhambat, menurunnya kadar pati dan akumulasi senyawa N dalam tanaman dan kegiatan enzim terhambat (Fakhrorrozi & Fathurrahman, 2023).

Berdasarkan Gambar 1, penambahan jumlah tandan bunga betina setiap bulan terlihat tidak signifikan selama enam bulan setelah perlakuan pemberian pupuk boron dan NPK. Penambahan jumlah tandan bunga betina pada bulan Juni – Agustus 2023 terlihat agak landai dibandingkan dari bulan Agustus – November 2023, sehingga dapat diartikan bahwa penambahan jumlah tandan bunga betina pada periode bulan September – November

2023 lebih tinggi dibandingkan periode sebelumnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan pupuk Boron dan NPK yang diberikan membutuhkan waktu yang lebih lama. Sukmawan dkk. (2016) melaporkan bahwa pupuk anorganik majemuk membutuhkan waktu empat bulan setelah pemupukan untuk tersedia bagi tanaman dan pupuk organik membutuhkan waktu delapan bulan untuk dapat tersedia pada tanaman kelapa sawit TBM.



Gambar 1. Pengaruh pemberian pupuk Boron dan NPK terhadap jumlah tandan bunga betina (tandan)

Jumlah Tandan Bunga Jantan Per Tanaman (Tandan)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan jumlah tandan bunga jantan per tanaman menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk kedua faktor yang diuji (Tabel 2). Hal ini diduga karena perlakuan pemberian pupuk boron dan NPK dengan kuantitas pada perlakuan yang tidak dapat memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman sawit berumur 12 tahun. Jumlah tandan bunga jantan per tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah tandan bunga jantan per tanaman dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama enam bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Jumlah Tandan Bunga Jantan
0	3,11
75	2,90
150	2,78
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Jumlah Tandan Bunga Jantan
1,5	3,17
2,5	2,83
3,5	2,78

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian pupuk boron untuk semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Pemberian pupuk boron pada penelitian menghasilkan jumlah tandan

bunga jantan per tanaman yakni berkisar antara 2,78 tandan – 3,11 tandan. Pemberian pupuk yang tepat dosis sesuai dengan serapan hara dan umur tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Perlakuan pemberian dosis pupuk pada penelitian ini diduga belum dapat mencukupi ketersediaan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman, sehingga tidak berbeda nyata dalam menekan peningkatan pembentukan tandan bunga jantan kelapa sawit. Kartika *et al.* (2022) melaporkan bahwa kurangnya ketersediaan unsur hara di dalam tanah dapat menjadi penyebabnya terbentuknya tandan bunga jantan lebih banyak dibandingkan jumlah tandan bunga betina.

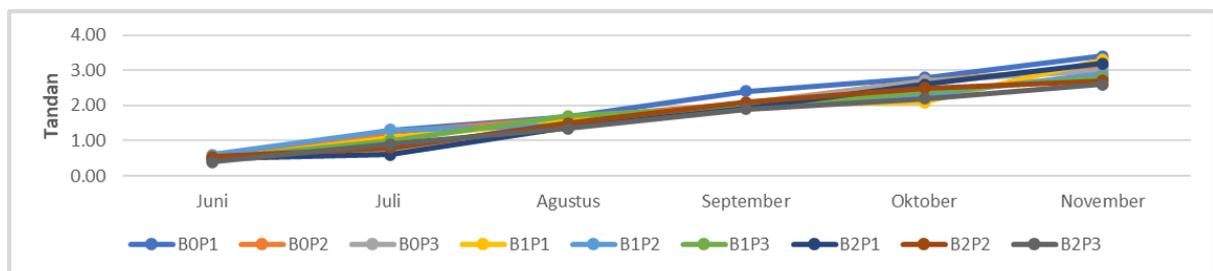
Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa perlakuan faktor tunggal pupuk Boron memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap jumlah tandan bunga jantan selama enam bulan setelah perlakuan. Pemberian pupuk Boron menghasilkan tandan bunga jantan dengan jumlah yang relatif sama pada masing-masing unit perlakuan sehingga terlihat bahwa pemberian pupuk boron tidak mempengaruhi dalam penekanan tingkat pertumbuhan jumlah tandan bunga jantan. Hal tersebut juga diduga dipengaruhi oleh waktu pelaksanaan penelitian yang dilakukan pada pertengahan musim kemarau hingga awal musim hujan, sehingga kondisi suhu dan curah hujan berpengaruh terhadap pembentukan dan perkembangan jumlah tandan bunga jantan pada kelapa sawit. Menurut Sudrajat *et al.* (2014), selama musim hujan tanaman kelapa sawit cenderung

membentuk lebih banyak bunga betina, sebaliknya pada musim kemarau jumlah bunga jantan yang terbentuk lebih dominan. Menurut Ginting & Pane (2023) kebutuhan boron untuk pembentukan tandan buah segar juga cukup tinggi yakni sekitar 33% dari kebutuhan total boron tanaman kelapa sawit.

Berdasarkan Tabel 2 perlakuan faktor tunggal pupuk NPK juga memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap jumlah tandan bunga jantan setelah enam bulan perlakuan. Ketersediaan unsur hara N, P dan K serta kelembaban tanah dapat menjadi faktor penentu pembentukan bunga jantan. Hasil penelitian Khryanin (2002) menunjukkan bahwa keberadaan hormon giberelin pada tanaman sangat menentukan pembentukan bunga jantan, dimana kerja hormon tersebut juga sangat bergantung pada kondisi kelembaban tanah dan ketersediaan unsur hara terutama N, P, dan K.

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah tandan bunga jantan pada penelitian pemberian pupuk Boron dan pupuk NPK mengalami pertambahan yang relatif konstan setiap bulan selama enam bulan

pelaksanaan penelitian. Pengamatan tandan bunga jantan dilakukan selama enam bulan setelah perlakuan dimulai dari bulan Juni - November 2023. Peningkatan jumlah tandan bunga jantan dapat terjadi karena unsur hara yang belum cukup tersedia di dalam tanah setelah pemupukan. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukmawan dkk. (2016), bahwa membutuhkan waktu empat bulan untuk pupuk anorganik agar dapat tersedia pada tanah. Selanjutnya peningkatan jumlah tandan bunga jantan dapat pula terjadi karena pengaruh cuaca dan curah hujan, dan hal tersebut didukung oleh pendapat Sudrajat *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa selama musim hujan tanaman kelapa sawit cenderung membentuk lebih banyak bunga betina, sebaliknya pada musim kemarau jumlah bunga jantan yang terbentuk lebih dominan. Pelaksanaan percobaan sebagian besar telah memasuki musim kemarau, sehingga peningkatan jumlah tandan bunga jantan sedikit lebih dominan di awal penelitian dibandingkan pada akhir penelitian (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh pupuk Boron dan NPK terhadap jumlah tandan bunga jantan (tandan)

Sex ratio Per Tanaman (%)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan sex ratio per tanaman (%) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk kedua faktor yang diuji (Tabel 3). Hasil pengamatan sex ratio per tanaman terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pupuk Boron dan NPK memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap *sex ratio*. Perlakuan pupuk boron pada penelitian menghasilkan *sex ratio* berkisar antara 0,50 % – 0,55 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk boron dan NPK dalam penelitian ini belum dapat meningkatkan *sex ratio* pada tanaman kelapa sawit. Selain pemupukan, terdapat faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi *sex ratio* pada tanaman kelapa sawit. Hal ini diduga karena adanya perlakuan pemberian pupuk boron dan NPK

yang dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan seperti suhu dan curah hujan serta pengaruh daya serap tanaman terhadap kebutuhan pupuk tanaman kelapa sawit. Hal ini juga sejalan dengan hasil pengamatan pada jumlah tandan bunga betina dan jantan yang tidak berpengaruh nyata. Hasil penelitian Ariyanti dkk. (2017) menunjukkan bahwa faktor genetik dan lingkungan memengaruhi *sex ratio* tanaman kelapa sawit, cekaman air menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah bunga jantan. Faktor lain yang mempengaruhi *sex ratio* adalah kerapatan tanaman, lama penyinaran, intensitas sinar. Selain itu, produksi asimilat yang tinggi juga dapat mendorong terjadinya peningkatan *sex ratio* (Sitepu *et al.*, 2021).

Pupuk boron memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap *sex ratio* (Tabel 3). *Sex ratio* meningkat ketika jumlah bunga betina lebih banyak dibandingkan bunga jantan, namun akan menurun jika bunga jantan yang lebih

dominan. Faktor lingkungan merupakan faktor utama dalam fase pembungaan, apabila terjadi cekaman lingkungan pada fase-fase pembungaan akan berakibat pada penurunan *sex ratio* tanaman kelapa sawit. Faktor lingkungan yang memengaruhi *sex ratio* terdiri atas ketersediaan air, panjang musim kemarau dan lama penyinaran (Suharyanti *et al.*, 2020). *Sex ratio* cenderung meningkat selama musim kemarau jika dibandingkan dengan periode musim hujan, menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua musim tersebut. Hal ini sejalan dengan kondisi lingkungan pada saat penelitian, bulan Mei – November 2023 ketersediaan air dan curah hujan yang rendah terjadinya di lokasi penelitian akibat adanya musim el nino. Menurut Ginting & Pane (2023), hal yang terjadi selama periode kekeringan adalah tanah lapisan atas mengering sehingga akar tanaman tidak mendapatkan nutrisi dari lapisan tanah paling atas dimana terdapat sebagian besar boron tersedia. Cuaca kering juga membatasi ketersediaan boron dengan membatasi aliran air yang membawa boron kedalam larutan menuju akar tanaman.

Tabel 3. *Sex ratio* per tanaman (%) dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama enam bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata <i>Sex Ratio</i> (%)
0	0,50
75	0,53
150	0,55
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata <i>Sex Ratio</i> (%)
1,5	0,50
2,5	0,53
3,5	0,56

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa pupuk NPK memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap *sex ratio*. Perlakuan pupuk NPK pada penelitian menghasilkan *sex ratio* berkisar antara 0,50 tandan – 0,56 tandan (Tabel 3). Solihin *et al.* (2018) menyatakan bahwa unsur hara dalam tanah dan penyerapannya oleh tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, keadaan iklim dan kemampuan tanaman untuk menyerap hara dari tanah. *Sex ratio* tanaman kelapa sawit juga berpengaruh pada penyerapan unsur kalium pada tanaman. Unsur kalsium diserap tanaman dalam bentuk Ca^{2+} dan berperan pada membran dan sebagai bagian utama

dari struktur dinding sel. Apabila tanaman kekurangan Ca^{2+} maka membran sel menjadi lemah dan kehilangan fungsi selektivitasnya terhadap ion. Ion kalsium merupakan jembatan fosfat dan gugus karboksilat dari fosfolipida dan protein-protein pada permukaan membran. Selain itu, kalsium sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tabung serbuk sari pada organ bunga tanaman (Ginting & Pane, 2023). Proses pembungaan terhambat akibat pemberian fosfor (P) yang kurang optimal atau belum cukup tersedia dalam penelitian ini karena penelitian dilakukan pada musim kemarau, sehingga air kurang tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Fosfor merupakan komponen struktural yang penting dan berperan besar dalam metabolisme energi melalui ATP dan ADP. Unsur P lebih banyak dibutuhkan pada bagian yang memiliki aktivitas metabolisme yang tinggi dan pembelahan sel yang cepat seperti di pucuk dan ujung akar saat inisiasi bunga, pembentukan dan perkembangan bunga serta pematangan biji dan buah.

Jumlah Tandan Buah Segar Per Tanaman (Tandan)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan jumlah tandan buah segar per tanaman menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk kedua faktor yang diuji. Jumlah tandan buah segar per tanaman (tandan) pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pupuk Boron dan NPK memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap jumlah tandan buah segar per tanaman. Perlakuan pupuk boron pada penelitian ini menghasilkan jumlah tandan buah segar berkisar antara 2,72 tandan – 3,22 tandan. Hal ini diduga terjadi karena pemberian pupuk Boron dan NPK dengan dosis yang diuji dalam penelitian ini belum mampu meningkatkan jumlah tandan buah. Faktor produksi khususnya pembentukan tandan buah segar dipengaruhi oleh hara yang diberikan. Pemupukan pada tanaman kelapa sawit harus dapat mencapai kebutuhan optimal pada tanaman sehingga mampu menghasilkan produksi generatif tanaman. Nunyai dkk. (2016), menyatakan bahwa waktu pemberian pupuk diperlukan untuk memastikan terserapnya pupuk secara efektif oleh tanaman. Frekuensi pemupukan erat kaitannya dengan waktu pemupukan dan volume (jumlah) dosis pupuk yang akan diberikan. Frekuensi pemupukan yang semakin sering dapat mengurangi risiko kehilangan pupuk

akibat pencucian oleh air hujan (*leaching*) maupun karena penguapan (*volatilization*).

Tabel 4. Jumlah tandan buah segar per tanaman (tandan) dengan perlakuan pupuk boron dan pupuk NPK selama 6 bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Jumlah Tandan Buah Segar
0	2,72
75	3,17
150	3,22
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Jumlah Tandan Buah Segar
1,5	2,77
2,5	3,11
3,5	3,28

Perlakuan faktor tunggal pupuk Boron memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap jumlah tandan buah segar selama enam bulan setelah perlakuan (Tabel 4). Kekurangan unsur hara Boron akan mengakibatkan terganggunya produksi serbuk sari dari kepala putik. Unsur Boron terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan asam fenolik yang sangat penting untuk pertumbuhan tabung serbuk sari. Tanaman kelapa sawit yang kekurangan Boron mengalami gangguan dalam pertumbuhannya, karena tanaman ini merupakan tanaman yang peka terhadap kekurangan Boron. Kekurangan Boron dapat ditunjukkan dengan gejala daun bengkok dan keriting, terjadi infertilisasi buah pada tandan sawit, sehingga translokasi gula pada daun terganggu yang mengakibatkan penurunan produksi. Kekurangan Boron pada tanaman dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi buah kelapa sawit secara tidak langsung (Brdar-Jokanović, 2020).

Boron diperlukan dalam jumlah sedikit dalam tanaman yang berfungsi menyusun gula, karbohidrat, protein dan perkembangan ujung dan anak daun. Kekurangan Boron dapat ditandai dengan munculnya daun pancing, daun kecil dan daun sirip ikan. Kekurangan Boron pada tanaman muda dapat mengakibatkan pertumbuhan daun muda lamban dan batang kecil sehingga tanaman akan mudah roboh atau tumbang. Kekurangan unsur boron berdampak buruk pada pertumbuhan tanaman sawit secara vegetatif dan fungsi boron sebagai *aktivator* maupun *inaktivator* hormon *auksin*, *sitokinin*, dan *giberelin* dalam pembelahan dan pembesaran sel akan

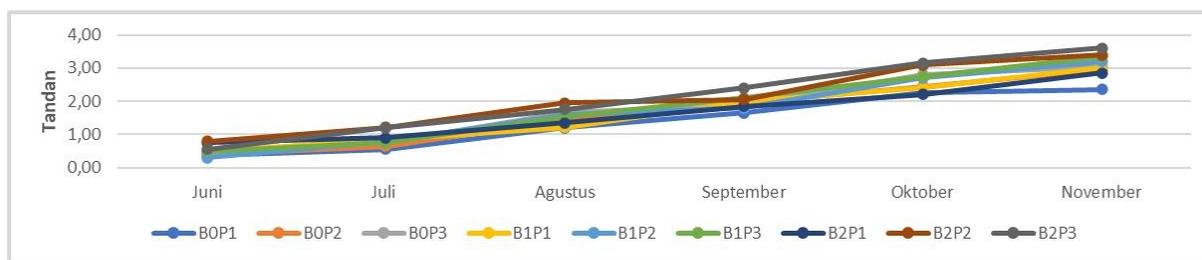
terhambat. Inilah yang menjadi penyebab tumbuhnya pucuk-pucuk daun dan bakal bunga jantan serta bunga betina pada tanaman sawit. Darlita dkk. (2017) menyatakan bahwa boron berperan dalam peningkatan *viabilitas polen* pada tanaman kelapa sawit. Penurunan hasil atau kualitas biji/buah dapat disebabkan oleh gangguan perkembangan reproduksi pada awal atau akhir siklus pembungaan/pembuahan akibat rendahnya unsur hara Boron. Selain itu, unsur Boron secara tidak langsung juga berperan pada penyerbukan bunga sehingga dapat meningkatkan jumlah tandan buah segar.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa perlakuan faktor tunggal pupuk NPK memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap jumlah tandan selama enam bulan setelah perlakuan. Selanjutnya perlakuan pupuk NPK pada penelitian menghasilkan jumlah tandan buah segar per tanaman berkisar antara 2,77 tandan hingga 3,28 tandan. Pembentukan tandan buah kelapa sawit berkaitan dengan jumlah tandan bunga betina yang berkembang menjadi tandan buah hingga matang panen. Hazriani (2004) menyatakan bahwa semakin tinggi *sex ratio* maka semakin banyak bunga betina, sehingga peluang untuk mendapatkan produksi tandan yang tinggi akan menjadi lebih besar. Pupuk NPK terdiri dari unsur hara N, P dan K namun unsur yang paling berperan dalam proses pembentukan bunga adalah unsur hara P. Menurut Firdaus dkk. (2019), pupuk NPK dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam tanah, dengan penekanan khusus pada unsur fosfor (P) yang memainkan peranan krusial dalam merangsang proses pembungaan tanaman. Fosfat diserap oleh tanaman karena berperan sebagai penyusun *adenosin difosfat* (ADP) dan *adenosin trifosfat* (ATP), kedua senyawa organik tersebut merupakan penyimpan energi tinggi. Di samping itu, fosfat juga merupakan penyusun struktur *fosfolipida*, seperti asam-asam *nukleat*, *nukleotida-nukleotida*, *koenzim* dan *fosfoprotein*. Senyawa *fosfolipida* sangat penting dalam pembentukan struktur membran sel karena berperan dalam regulasi permeabilitas sel.

Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan jumlah tandan buah segar per tanaman bertambah selama enam bulan setelah perlakuan. Pengamatan jumlah tandan dimulai sejak bulan pertama setelah pemberian perlakuan. Selama tiga bulan pertama, efek pemberian pupuk sudah terlihat namun cenderung tidak meningkatkan jumlah tandan segar per tanaman kelapa sawit. Hal ini dapat

disebabkan karena pupuk anorganik memerlukan waktu untuk tersedia bagi tanaman, hal ini dapat disebabkan karena pupuk anorganik memerlukan waktu untuk tersedia bagi tanaman. Nitrogen (N) harus tersedia di dalam tanaman sebelum pembentukan sel-sel baru, karena itu pertumbuhan tidak dapat berlangsung tanpa nitrogen. Unsur Fosfat sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, karena fosfat banyak terdapat di dalam sel tanaman, yaitu berupa unit-unit

nukleotida. Nukleotida merupakan suatu ikatan yang mengandung P, sebagai penyusun RNA, DNA yang berperan dalam perkembangan sel tanaman. Kalium K berperan sebagai katalisator berbagai reaksi enzimatik dan proses fisiologis dibutuhkan dalam mengatur ketersediaan air dalam sel tanaman, terutama mengatur tegangan turgor sel tanaman, selain itu kalium dibutuhkan dalam metabolisme karbohidrat dan nitrogen, dan sintesis protein (Sudrajat *et al.*, 2014).



Gambar 3. Pengaruh pemberian pupuk Boron dan NPK terhadap jumlah tandan buah segar per tanaman

Bobot Tandan Buah Segar (kg)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan bobot tandan buah segar (kg) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk faktor boron yang diuji. Namun pada faktor pupuk NPK terdapat pengaruh yang berbeda nyata terhadap bobot tandan buah segar (kg). Pengamatan bobot tandan buah segar (g) pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot tandan buah segar (kg) dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama enam bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Bobot Tandan Buah Segar (kg)
0	16,73
75	16,80
150	17,21
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Bobot Tandan Buah Segar (kg)
1,5	15,98 b
2,5	17,06 ab
3,5	17,70 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa perlakuan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pupuk Boron memberikan hasil berbeda tidak nyata untuk semua perlakuan terhadap bobot

tandan buah segar (kg). Perlakuan pupuk boron pada penelitian ini menghasilkan bobot buah segar yakni berkisar antara 16,73 tandan hingga 17,21 tandan. Pemberian pupuk boron dengan dosis yang diuji belum mampu meningkatkan bobot tandan buah. Kekurangan unsur hara Boron diduga dapat mengakibatkan menurunnya kuantitas hasil atau buah. Defisiensi boron pada tanaman dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan daun dan menurunkan kuantitas hasil atau buah, selain itu kuantitas hasil atau produktivitas kelapa sawit juga dipengaruhi umur tanaman kelapa sawit (Taupik *et al.*, 2021).

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa bobot tandan buah segar pada perlakuan pupuk NPK 3,5 kg per tanaman memberikan hasil bobot tandan buah segar yang lebih berat yaitu 17,70 kg dan berbeda nyata dengan perlakuan pupuk NPK 1,5 kg per tanaman, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya. Peningkatan bobot tandan buah segar disebabkan oleh pupuk NPK yang telah diserap tanaman dalam proses pembentukan buah dan proses matang tandan buah segar. Unsur fosfor memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit. Selain itu, fosfor juga memiliki dampak signifikan terhadap produktivitas tanaman, peningkatan mutu hasil panen serta percepatan proses kematangan buah. Sejalan dengan pendapat Ariyanti dkk. (2017) bahwa perlakuan pupuk majemuk NPK khususnya unsur fosfor mampu merangsang pertumbuhan tanaman. Kalium dalam hal ini berperan dalam translokasi

karbohidrat dan metabolisme karbohidrat tetapi tidak berpengaruh langsung terhadap jumlah karbohidrat (fotosintat) yang dihasilkan. Unsur hara K berperan dalam pembentukan translokasi karbohidrat yang berfungsi sebagai aktivator dalam beberapa proses metabolisme (Susilo dkk., 2023).

Bobot Buah Segar (g)

Hasil analisis pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan bobot buah segar (g) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk faktor variable boron yang diuji, namun memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada perlakuan pupuk NPK terhadap bobot buah segar (g). Pengamatan bobot buah segar (g) pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot buah segar (g) dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama 6 bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Bobot Buah Segar (g)
0	10,38
75	10,77
150	10,84
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Bobot Buah Segar (g)
1,5	10,17 b
2,5	10,63 ab
3,5	11,19 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa perlakuan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian pupuk boron untuk semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Perlakuan pupuk boron pada penelitian menghasilkan bobot buah segar (g) yakni berkisar antara 10,38 g - 10,84 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk boron belum dapat meningkatkan bobot buah segar. Pemberian dosis pupuk mikro harus tepat agar tanaman tidak mengalami kekurangan unsur hara. Pemupukan yang baik harus mengikuti kaidah 5 T, yaitu tepat dosis, tepat jenis, tepat waktu, tepat aplikasi, dan tepat sasaran (Kumolontang dkk., 2022). Tepat dosis artinya tanaman tidak memperoleh pupuk dengan jumlah yang kekurangan dan tidak berlebihan. Kebutuhan boron untuk pembentukan tandan buah segar (TBS) juga cukup tinggi yaitu sekitar 33% dari kebutuhan total boron kelapa sawit

(Ginting & Pane, 2023). Distribusi boron secara detil juga dikaji oleh Goh (2007), pada organ tanaman kelapa sawit berumur 16 tahun pada jenis tanah *Typic Hapludox*. Akumulasi boron tertinggi diperoleh pada batang yaitu sebesar 403,5 g/ha diikuti oleh daun (*leaflets*) sebesar 67,3 gram/ha, dan petiole sebesar 51,6 gram/ha. Unsur Boron berperan sangat penting dalam proses polinasi dan pembentukan buah atau *fruit set* (Taupik *et al.*, 2021).

Hasil pengamatan pada Tabel 6, menunjukkan bahwa bobot buah segar pada perlakuan pupuk NPK 3,5 kg per tanaman memberikan hasil tertinggi yakni 11,19 g dan berbeda nyata dengan perlakuan pupuk NPK 1,5 kg per tanaman yakni 10,17 g. Peningkatan berat buah segar disebabkan pemberian unsur hara NPK dapat mempengaruhi proses pembentukan buah dan peningkatan bobot buah segar. Menurut Albari *et al.* (2018), pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang ada dalam tanaman terutama unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Ferdiansyah (2022) menyatakan bahwa unsur kalium berperan sebagai katalisator untuk pembentukan karbohidrat dalam proses fotosintesis, pembentukan protein serta meningkatkan kualitas dan kuantitas buah segar. Unsur hara kalium memiliki fungsi sebagai aktivator dalam beberapa proses metabolisme dan pengendalian somatik. Kalium merupakan unsur hara yang mendukung pembentukan protein dan karbohidrat serta berperan dalam menguatkan struktur tanaman seperti batang, daun, bunga dan buah agar tetap kokoh dan tidak mudah rontok. Selain itu, kalium juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kekeringan dan serangan penyakit serta meningkatkan kualitas hasil panen, baik biji maupun buah. Pemberian pupuk NPK dapat membantu penyaluran karbohidrat dari hasil proses fotosintesis ke organ generatif lebih baik sehingga dapat meningkatkan bobot buah segar kelapa sawit. Menurut Susilo dkk. (2023) pemberian kalium akan meningkatkan laju fotosintesis sehingga dapat meningkatkan kandungan fotosintat pada tanaman

Volume Buah Segar (mL)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan volume buah segar (mL) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk faktor boron yang diuji, namun memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada faktor pupuk NPK terhadap volume buah segar (mL).

Pengamatan volume buah segar (mL) pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Volume buah segar (mL) dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama 6 bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Volume Buah Segar (mL)
0	10,25
75	10,65
150	10,73
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Volume Buah Segar (mL)
1,5	10,04 b
2,5	10,51 ab
3,5	11,08 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa perlakuan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian pupuk boron untuk semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Perlakuan pupuk boron pada penelitian ini menghasilkan volume buah segar (mL) berkisar antara 10,25 g - 10,73 g. Hal ini diduga karena pemberian pupuk Boron yang telah dilakukan diduga tidak dapat diserap secara optimal oleh tanaman yang mengakibatkan terganggunya proses transportasi karbohidrat hasil dari fotosintesis, sehingga pemberian pupuk boron belum mampu meningkatkan volume buah segar. Menurut Pahan (2021), pemupukan sangat bermanfaat dalam melengkapi persediaan unsur hara di dalam tanah sehingga kebutuhan tanaman terpenuhi. Boron memiliki pengaruh yang signifikan dalam perkecambahan dan pertumbuhan tabung serbuk sari. Viabilitas serbuk sari juga menurun jika terjadi defisiensi boron. Menurut Muhamat dkk. (2021), hasil panen beberapa spesies tanaman tanpa gejala defisiensi boron yang tersedia di tanah dapat berpengaruh pada pertumbuhan vegetatif yakni meningkatkan kerontokan kuncup dan bunga, mengakibatkan penurunan signifikan pada pembentukan biji dan buah, serta pada kualitas buah.

Berdasarkan hasil pengamatan yang tersaji pada Tabel 7, terlihat bahwa volume buah segar (mL) pada perlakuan pupuk NPK 3,5 kg per tanaman memberikan hasil tertinggi yakni 11,08 mL dan berbeda nyata dengan perlakuan pupuk NPK 1,5 kg per tanaman yakni 10,04 mL. Pemberian pupuk NPK mampu mencukupi kebutuhan unsur hara natrium, fosfor dan kalium pada tanaman dalam peningkatan

volume buah segar. Menurut Ariyanti dkk. (2017) pada pupuk NPK terdapat unsur fosfor yang berperan sebagai transformasi energi dalam tanaman. Selain itu, terdapat pula unsur kalium yang berperan dalam enzim-enzim untuk proses fotosintesis, translokasi karbohidrat dan penyerapan CO₂ pada stomata.

Ketebalan *Mesocarp* (mm)

Hasil analisis ragam pada taraf nyata 5% untuk variabel pengamatan ketebalan *mesocarp* (mm) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pupuk boron dan pupuk NPK yang diberikan, demikian juga dengan efek untuk faktor boron yang diuji, akan tetapi faktor pupuk NPK memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada terhadap variabel pengamatan ketebalan *mesocarp* (mm). Pengamatan ketebalan *mesocarp* (mm) pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Ketebalan *mesocarp* (mm) dengan pemberian pupuk boron dan NPK selama 6 bulan setelah perlakuan

Pupuk Boron (g/tanaman)	Rata-rata Ketebalan <i>Mesocarp</i> (mm)
0	3,44 a
75	3,75 a
150	3,87 a
Pupuk NPK (kg/tanaman)	Rata-rata Ketebalan <i>Mesocarp</i> (mm)
1,5	3,32 b
2,5	3,76 ab
3,5	3,98 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa perlakuan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 8 menunjukkan bahwa menggunakan perlakuan pupuk boron untuk semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Perlakuan pupuk boron pada penelitian menghasilkan ketebalan *mesocarp* (mm) yakni berkisar antara 3,44 mm - 3,87 mm. Hal ini diduga karena kebutuhan hara boron yang kurang tercukupi menyebabkan terhambatnya serapan hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Herdiansah & Lontoh (2018) mengemukakan bahwa untuk melakukan pemupukan terdapat beberapa pertimbangan yang digunakan dalam menentukan dosis agar dapat menyeimbangi defisiensi hara di dalam tanah yakni hasil analisis tanah dan daun, realisasi produksi lima tahun sebelumnya, realisasi pemupukan tahun sebelumnya, data curah hujan minimal lima tahun

terakhir, dan hasil pengamatan lapangan yang meliputi defisiensi hara, kultur teknik, dan panen. Hal ini sejalan dengan pendapat Rahma dkk. (2015), bahwa fungsi dari unsur Boron yaitu dapat meningkatkan serapan unsur hara lain dan juga dapat meningkatkan peran dalam transportasi karbohidrat hasil fotosintesis. Boron mampu meningkatkan metabolisme sekunder yang dapat meningkatkan kandungan minyak. Peningkatan bahan dasar fotosintesis menyebabkan fotosintat akan dapat meningkatkan ketebalan *mesocarp*.

Hasil pengamatan yang tersaji pada Tabel 8 menunjukkan bahwa ketebalan *mesocarp* (mm) pada perlakuan pupuk NPK 3,5 kg per tanaman memberikan hasil tertinggi yakni 3,98 mm dan berbeda nyata dengan perlakuan pupuk NPK 1,5 kg per tanaman yakni 3,32 mm. Hal ini dapat menunjukkan pemberian pupuk boron dan NPK mampu untuk meningkatkan ketebalan *mesocarp* kelapa sawit melalui proses metabolisme karbohidrat dari hasil fotosintesis. Pemberian pupuk kalium secara fisiologis dapat meningkatkan tebalnya daging buah tanaman kelapa sawit. Susanto *et al.* (2020) menyatakan bahwa nutrisi dan air juga merupakan faktor penting untuk pembesaran buah dan pengisian minyak. Hasil penelitian Halpera & Subagiono (2019) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kalium meningkatkan ketebalan daging buah (*mesocarp*) kelapa sawit. Sintesis protein dalam buah sangat erat kaitannya dengan produksi lipid, energi, metabolisme sekunder dan metabolisme asam amino yang berpengaruh terhadap potensi untuk peningkatan ketebalan *mesocarp* dan minyak pada buah kelapa sawit. Varietas dan umur juga memengaruhi ketebalan *mesocarp* buah kelapa sawit. Jenis varietas kelapa sawit yang ditanam memengaruhi ketebalan daging buah (*mesocarp*) dan inti buah (*endocarp*), sementara warna buah dipengaruhi oleh varietas dan umur tanaman kelapa sawit.

SIMPULAN

Simpulan penelitian yang telah dilakukan yaitu tidak terdapat interaksi pemberian pupuk boron dan pupuk NPK terhadap semua parameter pengamatan. Faktor tunggal pemberian pupuk boron tidak berpengaruh pada seluruh parameter pengamatan. Faktor tunggal pemberian pupuk NPK berpengaruh terhadap bobot tandan buah segar, bobot buah segar, volume buah segar dan ketebalan *mesocarp* pada tanaman kelapa sawit menghasilkan

Dosis pemberian pupuk NPK 3,5 kg per tanaman menghasilkan bobot tandan buah segar sebesar 17,70 kg, bobot buah segar sebesar 11,19 g, volume buah segar yaitu 11,08 mL, dan ketebalan *mesocarp* 3,98 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan kepada Ketua Jurusan Agroteknologi yang telah memberikan bantuan dalam terlaksananya proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Albari, J, Supijatno, dan Sudradjat. 2018. Peranan pupuk Nitrogen dan Fosfor pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) belum menghasilkan umur tiga tahun. Buletin Agrohorti, 6(1), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/agrob.v6i1.16822>.
- Amisnaipa, AD Susila, R Situmorang, dan DW Purnomo. 2009. Penentuan kebutuhan pupuk Kalium untuk budidaya tomat menggunakan irigasi tetes dan mulsa polyethylene. J. Agron. Indonesia, 37(2), 115–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.24831/jai.v37i2.1403>.
- Ariyanti, M, G Natali, dan C Suherman. 2017. respons pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap pemberian pupuk organik asal pelepah kelapa sawit dan pupuk majemuk NPK. Agrikultura, 28(2), 64–67. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.14955>.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Riau dalam Angka 2022. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- Brdar-Jokanović, M. 2020. Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4). <https://doi.org/10.3390/ijms21041424>
- Darlita, R, B Joy, dan R Sudirja. 2017. analisis beberapa sifat kimia tanah terhadap peningkatan produksi kelapa sawit pada tanah pasir di perkebunan kelapa sawit Selangkun. Agrikultura, 28(1), 15–20. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i1.12294>.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2022. Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022. In Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta.

- Fakhrorrozi, E, dan Fathurrahman. 2023. Uji beberapa jenis POC dan pupuk NPK organik terhadap pertumbuhan serta produksi tanaman labu madu (*Cucurbita moschata*). Jurnal Dinamika Pertanian, 39(2), 121–130.
- Fathurrahman, F, S Mulyani, dan RP Candra. 2022. pengaruh waktu pemberian dan konsentrasi paclobutrazol terhadap perlambatan pertumbuhan trembesi (*Albizia saman* Jacq). Jurnal Agrotek Tropika, 10(1), 137. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i1.5481>.
- Ferdiansyah, B. 2022. pengaruh jenis dan dosis pupuk Kalium terhadap pertumbuhan, produksi dan kemanisan buah melon (*Cucumis Melo* L.). Universitas Islam Riau.
- Firdaus, R, BR Juanda, dan Iswahyudi. 2019. Pengaruh varietas dan dosis pupuk NPK mutiara terhadap pertumbuhan dan hasil cabai merah hibrida. Jurnal Agroqua, 19(2), 115–125. <https://doi.org/10.32663/ja.v>
- Ginting, EN, dan RDP Pane. 2023. Boron – Hara mikro esensial untuk tanaman kelapa sawit. WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 28(2), 71–84. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v28i2.105>.
- Goh, K. 2007. Advances in plant and animal boron nutrition. Advances in Plant and Animal Boron Nutrition (Springer), 8(2), 189–202. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5382-5>.
- Halpera, H, dan Subagiono. 2019. Pengaruh pemberian dosis KCL terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit (*Elaeis Quinensis* Jack) Tm 15 di Ultisol Kabupaten Bungo. Jurnal Sains Agro, 4(2), 1–7. <https://ojs.umb-bungo.ac.id/>.
- Hazriani, R. 2004. Hubungan antara ketersediaan air tanah dengan produksi tandan buah kelapa sawit di Area PT. Sinar Dinamika Kapuas. IPB University Scientific Repository.
- Herdiansah, R, dan AP Lontoh. 2018. Manajemen pemupukan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di kebun rambutan Sumatera Utara. Bul. Agrohorti, 6(2), 296–304. <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/agrob.v6i2.22529>.
- Kartika, E, MD Duaja, and G Gusniwat. 2022. Production of oil palm (*Elaeis guineensis* Jack) flower bunches in Ultisol on application of biofertilizers and in organic fertilizers. Agric, 34(2), 155–170. <https://doi.org/10.24246/agric.2022.v34.i2.p15>
- 5-170.
- Kumolontang, WJN, MYJ Purwanto, Widiatmaka, FJ Paat, dan R Nangoi. 2022. Metode dan Rekomendasi Pemupukan. CV. Mineral Mutiara Bumi. ISBN: 978-623-88024-1-8.
- Maruli, E, and H Gultom. 2012. Effect of NPK grower and compost application on growth and production of chili (*Capsicum frutescent* L). Dinamika Pertanian, XXVII(2), 149–256. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.14955>.
- Muhamat, N, MU Harun, dan E Sodikin. 2021. Respon Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang di pupuk unsur hara Fosfor dan Boron. Universitas Sriwijaya.
- Nunyai, AP, S Zaman, dan S Yahya. 2016. Manajemen pemupukan kelapa sawit di sungai Bahaur Estate, Kalimantan Tengah. Buletin Agrohorti, 4(2), 165–172. <https://doi.org/10.29244/agrob.v4i2.15016>.
- Pahan, I. 2021. Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya.
- Pereira, GL, JA Siqueira, W Batista-Silva, FB Cardoso, A Nunes-Nesi, and WL Araújo. 2021. Boron: More than an essential element for land plants? Frontiers in Plant Science, 11(January). <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.610307>.
- Rahma, ED, YC Ginting, dan AH Bakrie. 2015. Pengaruh pemberian Boron terhadap pertumbuhan dan produksi dua varietas melon (*Cucumis melo* L.) pada sistem hidroponik media padat. Jurnal Agrotek Tropika, 3(1), 92–98. <https://doi.org/10.23960/jat.v3i1.1964>.
- Sari, SL, R Sudirja, dan ET Sofyan. 2017. Aplikasi PCO Plus pada tanah bekas tambang batu bata merah terhadap serapan P, Ca dan B serta fruitset cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). Agrikultura, 28(2), 68–73. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.14956>.
- Sastrosayono. 2003. Budidaya Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka.
- Silitonga, YR, R Heryanto, N Taufik, K Indrayana, M Nas, dan N Kusri. 2020. Budidaya Kelapa Sawit & Varietas Kelapa Sawit. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Sitepu, A, Y Yenni, dan Sujadi. 2021. Mengenal fenomena feminin pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). WARTA Pusat Penelitian

- Kelapa Sawit, 26(3), 154–161. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v26i3.65>.
- Solihin, E, R Sudirja, M Damayani, and NN Kamaludin. 2018. The relationship between N, P, and K uptake of chili plants to their residues in soil treated by liquid organic fertilizers and NPK. *Agrikultura*, 29(2), 105. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/agrikultura.v29i2.20807>.
- Sudrajat, DA, dan A Wachjar. 2014. Optimasi dosis pupuk Nitrogen dan Fosfor pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. *J. Agron. Indonesia*, 42(3), 222–227. <https://doi.org/https://doi.org/10.24831/jai.v42i3.9178>.
- Suharyanti, NA, K Mizuno, and A Sodri. 2020. The effect of water deficit on inflorescence period at palm oil productivity on peatland. *E3S Web of Conferences*, 211, 2–11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021105005>.
- Sukmawan, Y, Sudradjat, dan Sugiyanta. 2016. Peranan pupuk organik dan NPK majemuk terhadap pertumbuhan kelapa sawit TBM 1 di lahan marginal. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 43(3), 242. <https://doi.org/10.24831/jai.v43i3.11251>.
- Susanto, A, AE Prasetyo, dan H Priwiratama. 2020. hubungan kesehatan tanaman terhadap penyerbukan kelapa sawit. *Warta PPKS*, 25(2), 92–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v25i2.21>.
- Susilo, T, TT Sa'adah, dan M Thohiron. 2023. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman selada keriting (*Lactuca sativa* L.) terhadap kombinasi penggunaan asam humat dan pupuk NPK. 7(1), 7–16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.51213/jamp.v7i1.83>.
- Syakir, M, dan Gusmaini. 2020. Pengaruh penggunaan sumber pupuk kalium terhadap produksi dan mutu minyak tanaman nilam. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 18(2), 60. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v18n2.2012.60-65>
- Taupik, NHM, S Rungmekarat, P Kongsil, C Phumichai, and Y Keawsaard. 2021. The effects of Sulfur, Calcium, Boron and Zinc on leaf characteristics and fresh fruit bunch yield of oil palm (Surat thani 2 var.) in acid sulfate soil. *Science and Technology Asia*, 26(3), 196–208. <https://doi.org/10.14456/scitechasia.2021.58>.