**Pengaruh Pemupukan Anorganik Pada Budidaya Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.) Varietas PSKA 942 di Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia**

*The Effect of Inorganic Fertilizer on the Cultivation of Sugarcane (Saccharum officinarum L.) PSKA 942 Variety in Indonesian Sugar Research Institute*

Hadi Wiryo Atmojo (1), Machmudi (1), Fatimah Nursandi (1), Arinta Rury Puspitasari (2)

1. Jurusan Agroteknologi ,Fakultas Pertanian-Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang (University of Muhammadiyah Malang), Jl Raya Tlogomas No.264, Malang, Jawa Timur, Indonesia
2. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Jl.Pahlawan No.25, Pekuncen, Kec. Panggungrejo, Kota Pasuruan, Jawa Timur.

Email: hadiwiryoatmojo023@gmail.com

**ABSTRAK**

Tanaman tebu *(Saccharum officinarum L.)* merupakan tanaman penghasil gula utama dan salah satu bahan pangan penting kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Karena tanaman tebu mempunyai kebutuhan unsur hara yang tinggi, maka persediaan unsur hara dalam tanah cepat berkurang. Oleh karena itu, perlakuan berbagai pupuk yang efektif merupakan persyaratan penting untuk mencapai hasil yang optimal. Tujuan penelitian mengetahui respon tanaman tebu pada perlakuan dosis pupuk anorganik terhadap fase pertumbuhan hingga fase pemanenan (produksi). Rancangan yang digunakan adalah RAK Non Faktorial, data yang diperoleh di uji dengan analisis ragam ANOVA taraf 5%, apabila berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut BNJ taraf 5%. Variabel pengamatan meliputi jumlah batang, tinggi batang, diameter batang, jumlah ruas, brix, bobot per batang dan produktivitas tebu. Pada hasil penelitian perlakuan dosis pupuk yang menunjukkan produktivitas dan nilai brix tebu terbaik diperoleh pada perlakuan B (dosis ZA Plus 700 kg/ha + NPK 15-10-15 300 kg/ha).

Kata Kunci: tebu, pemupukan, unsur hara, hasil

***ABSTRACT***

*Sugarcane (Saccharum officinarum L.) is the main sugar producing plant and one of the important food staples for Indonesian people. Because sugar cane plants have high nutrient requirements, the supply of nutrients in the soil quickly decreases. Therefore, effective treatment of various fertilizers is an important requirement to achieve optimal results. The aim of the research was to determine the response of sugarcane plants to treatment with inorganic fertilizer doses from the growth phase to the harvesting (production) phase. The design used was Non Factorial RAK, the data obtained was tested using ANOVA analysis of variance at 5% level, if the effect was significant then a further BNJ test at 5% level was carried out. Observation variables include number of stems, stem height, stem diameter, number of internodes, brix, weight per stem and sugar cane productivity. In the research results, the fertilizer dosage treatment showed that the best productivity and brix value of sugar cane was obtained in treatment B (ZA Plus dose 700 kg/ha + NPK 15-10-15 300 kg/ha).*

*Keywords: sugarcane, fertilization, nutrients, yield*

**PENDAHULUAN**

Tanaman tebu *(Saccharum officinarum L**.)* merupakan tanaman penghasil gula utama dan salah satu bahan pangan penting kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Tanaman tebu mampu tumbuh subur pada lingkungan yang dikelola dengan baik dan pada lahan yang memenuhi kebutuhan pertumbuhannya. Pada tahun 2011, pemanfaatan gula di Indonesia mencapai 2,83 juta ton, sedangkan produksi gula masyarakat baru mencapai 2,6 juta ton. Menurut Sukoco, (2024), fenomena tersebut menyebabkan kekurangan gula nasional antara 200.000 hingga 300.000 ton. Defisit tersebut diperkirakan akan meningkat menjadi 5,7 juta ton pada tahun 2014, menurut proyeksi masa depan (Harjanti *et al.,* 2014). Menurut Sukoco, (2024) menurunnya kesuburan tanah di Indonesia tidak bisa hanya disebabkan oleh salah satu permasalahan yang dihadapi industri gula nasional. Pada tahun 2017, luas areal perkebunan tanaman tebu di Indonesia mencapai 453.456 hektar, 280.717 hektar diantaranya terdapat di pulau Jawa (Kementerian Pertanian RI, 2016).

Dalam budidaya tanaman tebu, pemupukan merupakan faktor penting, sarana produksi yang jika dibandingkan dengan biaya produksi lainnya menyerap biaya budidaya paling banyak 65% dari total biaya (Basuki *et al.*, 2016). Karena tanaman tebu mempunyai kebutuhan unsur hara yang tinggi, maka persediaan unsur hara dalam tanah cepat berkurang. Oleh karena itu, perlakuan berbagai pupuk yang efektif merupakan persyaratan penting untuk mencapai hasil yang optimal. Selama beberapa tahun, bahkan tanah yang sangat subur pun tidak akan mampu mempertahankan unsur hara dalam jumlah tinggi. Oleh karena itu, sangat penting untuk menggunakan pupuk yang di rancang untuk mempertahankan hasil optimal pada tingkat tertentu guna menyediakan atau meningkatkan unsur hara secara tepat. (Cahyani *et al.,* 2016).

Tanaman tebu membutuhkan banyak unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Penyediaan unsur hara yang seimbang sangat penting supaya tanaman tebu dapat mencapai potensi hasil yang optimal. Kebutuhan hara tanaman tebu adalah Nitrogen 100-160 kg/ha, Fosfor 36-108 kg/ha, Kalium 36-108 kg/ha (Merdeka, 2018). Dosis N optimal untuk tanaman tebu biasanya berkisar antara 100 hingga 200 kg kg/ha, dengan kadar N yang direkomendasikan berkisar antara 45 hingga 300 kg N/ha di berbagai belahan dunia. (Muchovej & Newman, 2004). Menurut Mulyono, (2009) disarankan pemberian pupuk N, P, dan K masing-masing sebanyak 650 kg Za/ha, pupuk P setara dengan 200 kg SP36, dan pupuk K setara dengan 700 kg KCl/ha pada lahan tebu dengan N, P, dan K yang sangat rendah.

Penelitian mengenai reaksi N, P dan K dalam pengembangan tanaman tebu secara umum telah dilaporkan. Produksi 76,64 ton per hektar dengan dosis 200 kg N/ha dan 150 kg P/ha lebih produktif dibandingkan menggunakan pupuk setara 700 kg KCl/ha pada perlakuan lain. (Ehsanullah *et al.,* 2001; Mastur *et al.,* 2016). Jumlah batang, tinggi batang, panjang batang, dan indeks panen semuanya meningkat seiring dengan peningkatan dosis N. Pada N 300 kg/ha, respon interaksi dosis tetap P 100 kg/ha dan K 300 kg/ha dengan unsur hara N 400 kg/ha menghasilkan bobot batang dan jumlah batang tertinggi. (Mastur, Syafaruddin & Syakir, 2016). Menurut Khan *et al.,* (2005) dan Mastur *et al.,* (2016) yang menguji dosis N sampai 300 kg N, P sd 200 kg P, dan K sd 250 kg K. Dosis N 200 kg, P 520 kg, dan K 150 kg/ha menghasilkan produktivitas paling banyak.

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi atau mengetahui pengaruh dari beberapa macam sumber hara dari beberapa macam perlakuan pupuk anorganik dengan perbandingan beberapa dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman tebu. Penelitian penggunaan pupuk anorganik diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tebu serta mengetahui dosis yang tepat dalam pemupukan tanaman tebu.

**METODE**

Penelitian dilaksanakan bulan Januari sampai dengan Agustus 2023, di lahan percobaan Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI).Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial menggunakan pupuk majemuk anorganik terdiri dari empat perlakuan (Tabel 1) dan enam ulangan. Setiap perlakuan dalam satu ulangan terdiri atas 78 juring, dan setiap ulangan diambil lima sampel juring pengamatan.

Penelitian dimulai dengan menganalisa kandungan hara tanah dan diperoleh hasil analisis tanah seperti pada Tabel 5 yang digunakan sebagai acuan pemupukan. Alat yang digunakan adalah timbangan, timba, karung, cangkul, alas terpal, penggaris, *hand counter*. Bahan yang digunakan adalah lahan seluas 2 hektar, benih tanaman tebu PC *(plane cane)* varietas PSKA 942 yaitu bagal bermata dua, pupuk ZA Plus, NPK 15–10-15, NPK 15–15-15, CaCO3 85%. Tahap pertama yaitu, pemilihan benih tebu varietas PSKA 942 bagal mata dua. Tahap kedua mempersiapan lahan, dengan panjang juringan enam meter, lebar juringan 0,6 m dan setiap panjang satu meter juringan terdapat empat bagal bermata dua, sehingga dalam satu juringan terdapat 24 bagal, atau 48 mata tunas. Tahap ketiga yaitu penanaman benih tebu, penamanan dilakukan dengan memasukkan bagal ke dalam juringan dan disertai dengan pemupukan dasar (pemupukan 1) (Tabel 3), lalu bagal ditata, dengan mata tunas menghadap ke samping dengan tujuan agar mempercepat tumbuhnya tunas, menutup bagal dengan menggunakan tanah. Tahap keempat, perawatan tanaman tebu dengan menyiangi gulma (tiap bulan), turun tanah 1, 2 dan 3 (bulan ke 1, 3, dan 4 BST), klentek 1 dan gulud (6 BST). Tahap kelima, pengaplikasian pemupukan dilakukan 2 kali, pertama pupuk diaplikasikan pada waktu bersamaan penanaman bagal tebu umur 0 HST. Waktu pengaplikasian pemupukan ke 2, pada tanaman tebu berumur 45 HST. Cara pengaplikasian pupuk dengan cara ditebar manual secara merata, di sekitar rumpun dalam juringan sesuai dengan dosis per perlakuan. Setelah itu pupuk ditutup atau dibumbun dengan tanah secara manual, dengan menggunaan cangkul.

Pengambilan data dengan metode langsung dengan melakukan pengamatan atau pengambilan data pertumbuhan setiap 1 bulan sekali pada saat tanaman berumur 6 sampai 11 BST (Bulan Setelah Tanam) meliputi jumlah batang, tinggi batang (cm), jumlah ruas per tanaman, diameter batang (mm). Selanjutnya pengamatan pada fase pemanenan meliputi kadar gula (Brix%), produktivitas tebu (ton/ha), dan berat per batang (kg) yang diamati saat tanaman berumur 12 BST. Data yang diperoleh dari penelitian diuji dengan analisis ragam ANOVA (*Analysis of Variance*) taraf 5% menggunakan *Microsoft Excel*. Apabila mendapatkan hasil yang beda nyata maka dilakukan uji lanjutan *Tukey* atau BNJ (Beda Nyata Jujur) taraf 5% menggunakan *Microsoft Excel*.

**Tabel 1:** Dosis Pupuk Pada Setiap Perlakuan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Dosis Per Perlakuan (ku/ha) | | | |
| ZA Plus | NPK (15-10-15) | NPK (15-15-15) | CaCO3 85% |
| A  (ZA Plus & NPK 15-10-15) | 8 | 2 | 0 | 0 |
| B  (ZA Plus & NPK 15-10-15) | 7 | 3 | 0 | 0 |
| C  (ZA Plus & NPK 15-10-15) | 6 | 4 | 0 | 0 |
| D  (ZA Plus, NPK 15-15-15, & Kaptan) | 6 | 0 | 4 | 3 |

**Tabel 2:** Jumlah Kandungan Unsur Hara Pada Setiap Perlakuan (kg/ha)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | S (kg/ha) | Zn (kg/ha) | CaCO3 (kg/ha) |
| A | 198 | 80 | 30 | 192 | 0,8 | 0 |
| B | 192 | 30 | 45 | 168 | 0,7 | 0 |
| C | 186 | 40 | 45 | 144 | 0,6 | 0 |
| D | 186 | 60 | 60 | 144 | 0,6 | 255 |

**Tabel 3:** Dosis Pemupukan ke 1 Per Hektar

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Dosis Per Ha (ku/ha) | | | |
| ZA Plus | NPK (15-10-15) | NPK (15-15-15) | CaCO3 85% |
| A | 3 | 1 | - | - |
| B | 2 | 1,5 | - | - |
| C | 2 | 2 | - | - |
| D | 2 | - | 2 | 1,5 |

**Tabel 4:** Dosis Pemupukan ke 2 Per Hektar

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Dosis Per Ha (ku/ha) | | | |
| ZA Plus | NPK (15-10-15) | NPK (15-15-15) | CaCO3 85% |
| A | 5 | 1 | - | - |
| B | 5 | 1,5 | - | - |
| C | 4 | 2 | - | - |
| D | 4 | - | 2 | 1,5 |

**Tabel 5:** Hasil Analisa Tanah di Lahan P3GI

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | No Sampel | Sampel | Kandungan | Nilai | Kriteria |
| 1 | B-0919 | Tanah 0 – 30 cm P3GI | pH | 7,3 | Netral |
| C-organik | 1,28 | Rendah |
| N | 0,10 | Rendah |
| P2O5 Ekstrak HCl 25% (me/100) | 36 | Sedang |
| K2O Ekstrak HCl 25% (me/100) | 40 | Sedang |
| 2 | B-0920 | Tanah 30 – 60 cm P3GI | pH | 7,3 | Netral |
| C-organik | 0,44 | Sangat Rendah |
| N | 0,05 | Sangat Rendah |
| P2O5 Ekstrak HCl 25% (me/100) | 127 | Sangat Tinggi |
| K2O Ekstrak HCl 25% (me/100) | 31 | Sedang |

Keterangan : Analisa dilakukan oleh laboratorium

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pertumbuhan Tanaman**

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu PC (*plane cane*) dipengaruhi oleh macam-macam perlakuan dosis pupuk yang diberikan (Tabel 1).

Jumlah batang per juring tanaman tebu yang tertera pada tabel 6, hasil pengamatan terakhir 12 BST, perlakuan D mendapatkan jumlah batang tertinggi, tapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Dosis N perlakuan D lebih rendah dari B. Perlakuan A memiliki kandungan unsur N lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, tetapi mendapatkan jumlah batang rendah. Hal ini bertolak belakang dari penelitian Mastur *et al.,* (2016) yang menyatakan bahwa N dapat meningkatkan jumlah batang dan panjang batang. Faktor lingkungan diduga menjadi penyebab hal ini, diantaranya ketersediaan air, pada lahan penelitian intensitas curah hujan sangat rendah, dibandingkan intensitas cahaya matahari yang dapat mengakibatkan proses fotosintesis menjadi terhambat sehingga pertumbuhan jumlah batang menjadi terhambat. Menurut Setyanti *et al.,* (2013) menyatakan bahwa fotosintesis pada tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk luas daun, jumlah klorofil, dan lingkungan. Pada umumnya tanaman tebu membutuhkan unsur N yang lebih besar, namun jika curah hujan sangat rendah, dosis N yang tinggi dapat mengurangi efektivitas. (Stranack & Miles, 2011).

**Tabel 6:** Rerata Jumlah Batang pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan` | Rerata Jumlah Batang (Batang) Per Juring Pada Umur Tanaman Tebu (Bulan) | | | | | | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 62,13 a | 59,63 | 55,97 a | 51,99 a | 48,43 a | 45,50 a | 44,43 a |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 65,60 ab | 62,07 | 57,70 ab | 56,22 a | 53,67 a | 51,63 ab | 48,31 ab |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 64,13 ab | 59,47 | 53,27 a | 54,76 a | 52,40 a | 50,37 ab | 44,62 a |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 71,73 b | 69,97 | 68,20 b | 65,15 b | 62,93 b | 57,13 b | 52,97 b |
| BNJ | 8,53 | 14,16 | 11,53 | 8,50 | 8,40 | 9,22 | 8,30 |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Perlakuan D mendapatkan jumlah batang tertinggi dari pada perlakuan lain. Hal ini diduga karena adanya penambahan CaCO3. Respon unsur CaCO3 yang dapat meningkatkan pertumbuhan batang secara cepat dan optimal. Unsur CaCO3 dapat meningkatkan pH serta menekan efek racun bagi tanaman, akibat pengaruh kelebihan AI dan Fe serta menaikkan nilai basah dalam tanah (Santoso, 2006). Karena berdampak besar terhadap peningkatan produktivitas tanaman tebu, maka peningkatan bobot dan jumlah batang tebu pada tanaman menjadi hal yang krusial. (Khalid *et al.*, 2015). Komposisi dosis pemupukan pada perlakuan B terpilih paling efektif dan sesuai dalam mencukupi kebutuhan unsur hara untuk meningkatkan pertumbuhan jumlah batang tanaman tebu, dengan dosis tersebut mendapatkan jumlah batang yang tidak berbeda nyata dari perlakuan D.

Tabel 6, dapat dilihat pada umur 6-11 BST nilai jumlah batang cenderung menurun, dikarenakan puncak fase pertunasan di umur 4 bulan dan pada umur 5-10 BST memasuki fase pertumbuhan batang memanjang, sehingga jumlah batang akan menurun, karena faktor kompetisi tanaman dalam penyerapan unsur hara, air, dan lain-lain. Hal ini sama dengan percobaan yang dilakukan oleh Diana *et al.,* (2014) yang menyatakan bahwa, populasi dalam juringan menurun seiring bertambahnya usia tanaman.. Selain itu, diperkuat juga dari pernyataan Hunsigi, (1993) yang menyatakan bahwa, jumlah batang tebu akan meningkat pada awal pertumbuhan dan berkurang seiring bertambahnya usia hingga mencapai populasi 10-12 batang untuk setiap meter juringan.

**Tabel 7:** Rerata Tinggi Batang (cm) Pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Rerata Tinggi (cm) Batang Per 1 meter Juring Pada Umur Tanaman Tebu (Bulan) | | | | | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 146,66 a | 164,04 a | 190,29 a | 200,27 a | 212,50 a | 237,07 a |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 177,20 c | 193,96 c | 220,19 c | 235,59 bc | 246,97 bc | 270,39 bc |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 149,92 ab | 166,15 a | 189,11 a | 203,87 ab | 226,17 ab | 243,20 ab |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 172,72 bc | 193,10 bc | 219,54 bc | 246,99 c | 261,53 c | 283,72 c |
| BNJ | 23,16 | 24,22 | 23,54 | 31,74 | 31,55 | 27,39 |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Tinggi batang 11 BST pada tabel 7, menunjukkan batang tertinggi pada perlakuan D tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Komposisi dosis pemupukan pada perlakuan B terpilih paling efektif untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman tebu, dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi batang tanaman tebu, dengan dosis tersebut mendapatkan tinggi batang yang tidak berbeda nyata dari perlakuan D.

Perlakuan B (ZA Plus 7 kuintal per perlakuan dan NPK 15–10-15 3 kuintal per perlakuan), memberikan pertambahan tinggi tanaman yang lebih bagus, dibanding perlakuan yang lain. Tanaman akan memperlihatkan pertumbuhan yang baik jika kebutuhan unsur hara terpenuhi. Pertumbuhan tinggi tanaman tebu dipengaruhi oleh faktor ketersediaan unsur hara dan lingkungan, yaitu intensitas cahaya matahari. Fase vegetatif tanaman tebu memerlukan unsur hara esensial N, P, K, dan S. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pawirosemadi (2011) bahwa, karena tingginya nitrogen di titik tumbuh dan daun muda, pemupukan berlebihan dapat mendorong pertumbuhan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pemupukan harus disesuaikan antara masing-masing unsur. Pengamatan tinggi tanaman tebu merupakan parameter yang berfungsi untuk mengetahui suatu pengaruh dalam perlakuan. Semakin tinggi tanaman tebu, produktivitas bobot yang dihasilkan akan semakin besar. Menurut Mastur *et al.,* (2016) Tanaman tebu yang tinggi berpotensi menghasilkan batang yang lebih berat sehingga banyak diminati.

Lahan penelitian yang digunakan memiliki nilai pH 7,3 (netral). Hal ini dapat mempengaruhi keberadaan unsur hara NPK sangat penting bagi pertumbuhan tanaman tebu terdapat di dalam tanah sehingga dapat diserap tanaman secara optimal. Menurut Pinilih *et al.,* (2019) Tanaman tebu idealnya menyukai tanah dengan pH 6-7,5, namun tanaman tebu masih dapat tumbuh dengan baik pada tanah dengan pH 4,5-8.

**Tabel 8:** Rerata Diameter Batang (mm) Pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Rerata Diameter (mm) Batang Tanaman Per 1 meter Juring Pada Umur Tanaman Tebu (Bulan) | | | | | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 22,24 ab | 22,70 ab | 23,27 a | 23,85 a | 24,43 a | 25,23 a |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 23,91 c | 24,60 bc | 25,59 ab | 26,56 bc | 27,16 b | 27,93 bc |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 21,48 a | 22,43 a | 23,46 ab | 24,33 a | 25,08 a | 26,18 a |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 23,67 bc | 25,05 c | 26,34 b | 27,63 c | 28,31 c | 29,30 c |
| BNJ | 1,46 | 2,18 | 2,39 | 1,31 | 1,47 | 1,51 |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Diameter batang 11 BST pada tabel 8, menunjukkan diameter batang tertinggi pada perlakuan D dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Perlakuan B (ZA Plus 7 kuintal per perlakuan dan NPK 15–10-15 3 kuintal per perlakuan), merupakan dosis yang sesuai untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman tebu, dalam meningkatkan pertumbuhan diameter batang tanaman tebu. Hal ini disebabkan karena perlakuan B lebih banyak menggunakan nitrogen dibandingkan perlakuan lain selain perlakuan A, sehingga menghasilkan pertumbuhan vegetatif tanaman tebu yang optimal dan berdampak pada pertumbuhan diameter batang karena penyerapan unsur hara yang optimal. Agar tanaman tebu dapat menghasilkan lebih banyak batang tebu, unsur hara N sangatlah penting. Adanya unsur hara yang cukup pada tanaman tebu mengakibatkan bertambahnya diameter batang; semakin besar diameter batang maka semakin besar pula ukuran batangnya. Menurut Syavitri *et al.,* (2019) menyatakan bahwa diameter batang akan mempengaruhi proses penyerapan unsur hara dan pembentukan fotosintat. Semakin besar ukuran batangnya, begitu pula dengan metode penyerapan unsur dan pembentukan fotosintat. Selain itu, unsur P dan K yang cukup akan berinteraksi dengan unsur N dan mempengaruhi pertumbuhan dan pembelahan sel tanaman (Muchovej & Newman, 2004).

Selain pemberian unsur N, unsur P juga tidak kalah pentingnya, karena dapat merangsang pembelahan sel dan memperluas jaringan sel tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih cepat. Menurut Cahyani *et al.,* (2016), batang merupakan bagian yang mempunyai jaringan parenkim dengan sel-sel yang aktif membelah, sehingga komponen P dapat membantu perkembangan batang tebu. Hasil analisa tanah kandungan unsur P pada kedalaman tanah 0-30 cm menunjukkan kriteria sedang, kedalaman 30-60 cm menunjukkan kriterian sangat tinggi, dapat diketahui ketersediaan unsur P terpenuhi dalam tanah. Menurut Rahman *et al.,* (2022) menyatakan bahwa, jumlah fosfor dalam tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu. Tekstur tanah, kandungan liat, jenis liat, dan bahan organik semuanya berdampak pada ketersediaan fosfor dalam tanah. Pada perlakuan B pemberian unsur hara P 30 kg dikolaborasikan dengan unsur N 193 kg, sangat sesuai dan efisien dalam menghasilkan nilai diameter batang yang tinggi. Menurut Cahyani *et al.,* (2016) menyatakan bahwa, pemberian unsur hara P juga harus diimbangi dengan pemberian unsur yang lain, misalnya N untuk membantu pertumbuhan batang tebu.

**Tabel 9:** Rerata Jumlah Ruas per Tanaman Pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Rerata Jumlah Ruas (ruas) per Tanaman Pada Umur Tanaman Tebu (Bulan) | | | | | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 7,35 a | 8,84 | 10,73 | 11,86 | 12,22 a | 13,12 a |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 6,35 a | 9,53 | 11,26 | 12,77 | 14,47 ab | 15,96 ab |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 9,46 bc | 10,68 | 11,33 | 12,13 | 13,86 ab | 15,43 ab |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 9,56 c | 11,81 | 12,68 | 14,92 | 16,96 b | 18,31 b |
| BNJ | 1,88 | 3,71 | 2,72 | 3,59 | 4,15 | 3,19 |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Jumlah ruas 11 BST pada tabel 9, menunjukkan jumlah ruas terbanyak pada perlakuan D, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Perlakuan C terpilih paling efektif untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman tebu dalam meningkatkan pertumbuhan ruas tanaman tebu, dengan dosis tersebut mendapatkan jumlah ruas yang tidak berbeda nyata dari perlakuan, B dan D.

Perlakuan C (ZA Plus 6 kuintal per perlakuan dan NPK 15–10-15 4 kuintal per perlakuan), merupakan dosis yang sesuai untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman tebu, dalam meningkatkan pertumbuhan jumlah ruas tanaman tebu. Perlakuan B, D, dan, C tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sehingga dapat dikatakan dosis pupuk perlakuan B, D, dan, C memiliki respon interaksi yang sama terhadap variabel jumlah ruas tanaman tebu.

Jumlah ruas pada setiap umur pengamatan cenderung mengalami peningkatan. Tetapi ketika tanaman tebu umur 7 BST-9 BST, semua paket dosis pupuk memiliki jumlah ruas yang tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena faktor lingkungan, salah satunya curah hujan yang cukup tinggi. Kondisi curah hujan setalah pengaplikasian pupuk pada umur 7 BST - 9 BST terjadi turun hujan dengan intensitas tinggi, hujan dengan intensitas tinggi dapat berdampak pada kemampuan tanaman tebu dalam menyerap unsur hara. Dengan asumsi hujan intensitas tinggi, hal ini dapat menyebabkan pupuk yang diberikan pada tanaman tebu terlarut di dalam air (Febrianto, *et al.*, 2022). Jadi jika terjadi pencucian unsur hara maka akan terjadi defisiensi unsur hara, berbeda dengan retensi unsur hara oleh tanaman (Gomies *et al.,* 2018).

**Tabel 10:** Rerata Brix (%) Pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Rerata Brix (%) Pada Batang Atas, Tengah, dan Bawah Tanaman Tebu | | | Selisih Batang Atas dan Bawah |
| Atas | Tengah | Bawah |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 19,66 ab | 22,39 c | 22,82 c | 3,16 |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 20,29 b | 21,70 bc | 22,62 bc | 2,33 |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 19,38 a | 20,87 abc | 21,91 abc | 2,53 |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 17,31 a | 18,95 a | 20,33 a | 3,02 |
| BNJ | 2,85 | 2,32 | 1,95 |  |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Hasil pengamatan kadar kemanisan (brix) pada tabel 10, menunjukkan brix batang atas perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan A, tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan C dan D. Selain itu, perlakuan B batang atas menunjukkan brix tertinggi, perlakuan D menunjukkan brix terendah. Pada brix batang tengah dan batang bawah menunjukkan beda nyata pada perlakuan A terhadap perlakuan D namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Perlakuan A menunjukkan brix tertinggi, dan perlakuan D mendapatkan brix terendah.

Kualitas nira tanaman tebu dapat diukur dengan brix. Brix adalah pengukuran persentase padatan kering terlarut dalam suatu larutan (g/100g larutan) gula (Kuspratomo *et al.,* 2012). Pemasakan pada tanaman tebu dimulai dari batang bawah menuju batang atas, seiring bertambahnya usia mulai dari pangkal menuju atas. Jika nilai Brix batang atas dan bawah hampir sama maka tanaman tebu sudah matang. Menurut Kuspratomo *et al.,* (2012) menyatakan bahwa, penguapan adalah penyebab kenaikan Brix. Jumlah padatan terlarut dalam air akan meningkat. Komposisi dosis perlakuan B terpilih yang paling efektif dalam menghasilkan kadar kemanisan tanaman tebu, karena batang bawah dan atas memiliki selisih nilai brix yang lebih sedikit dibanding perlakuan lainnya. Jumlah komposisi kandungan unsur hara pada perlakuan B membantu meningkatkan hasil produksi, dan kadar kemanisan nira tebu. Keseimbangan unsur hara dalam tanah terjadi karena adanya keterkaitan antar unsur hara, sehingga untuk menjaga rendemen gula yang tinggi perlu adanya keserasian antara unsur hara yang satu dengan yang lainnya. (Usman, 1985). Penguapan menjadi penyebab kenaikan nilai Brix. Jumlah padatan terlarut dalam air akan meningkat seiring dengan meningkatnya output. (Anwar, *et al.*, 2021).

Pada semua perlakuan menunjukkan rata-rata brix di atas standar untuk melakukan penebangan, yaitu di atas 18 (Pakpahan & Purwono, 2018). Hal ini diduga karena faktor lingkungan, pada saat tanaman tebu memasuki fase pemasakan atau pengisian gula, terjadi intensitas curah hujan yang rendah dan intensitas sinar matahari yang cukup tinggi, kondisi lingkungan ini sangat cocok karena tanaman tebu membutuhkan musim kering yang tegas untuk mencapai tingkat kemasakan yang optimal. Kadar gula batang tebu sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti umur tanaman saat panen dan lingkungan sekitar (Putra *et al.*, 2017). Semakin tinggi kandungan sukrosa yang terdapat pada tanaman tebu, maka semakin besar pula nilai brix. Menurut Santoso (2011), potensi kandungan sukrosa semakin besar semakin tinggi Brixnya. Nilai brix lahan akan mempengaruhi terhadap rendemen. Menurut Nubatonis (2004), nilai Brix di lapangan menjadi salah satu variabel dalam menentukan lahan mana yang akan ditebang.

**Tabel 11:** Rerata Produktivitas Tebu (ton/ha) Pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Rerata Produktivitas (ton/ha) Tanaman Tebu |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 58,83 a |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 76,54 bc |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 62,31 a |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 88,69 c |
| BNJ | 13,87 |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Produktivitas tebu pada tabel 11, menunjukkan produktivitas terberat pada perlakuan D namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Jumlah dosis N pada perlakuan D lebih rendah dari B, namun tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas hasil panen tanaman tebu. Hal ini sama dengan penelitian Stranack & Miles (2011), menyatakan bahwa pemupukan N dosis 120 kg/ha diperoleh produktivitas tebu ton/ha optimum, produktivitas menurun dengan pemberian N dosis 240 kg/ha. Perlakuan B dosis pupuk ZA Plus 7 kuintal + NPK 15–10-15 3 kuintal pada tanaman tebu sangat tepat untuk meningkatkan jumlah anakan, pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu. Menurut Anwar *et al.,* (2021) menyatakan bahwa, produktivitas tanaman tebu akan meningkat akibat jumlah anakan yang banyak. Menurut Rahayu *et al.,* (2021) menyatakan bahwa, tanaman tebu tidak akan tumbuh dan berkembang dengan baik jika pemberian dosis pupuk tidak tepat. Umumnya tanaman tebu memerlukan dosis yang lebih tinggi, namun dengan asumsi curah hujan sangat rendah, dosis N yang tinggi dapat menurunkan produktivitas (Stranack & Miles, 2011). Menurut Mastur *et al.,* (2016) air merupakan unsur pendukung penting bagi pertumbuhan, persediaan air bersal dari curah hujan atau sistem pengairan, fotosintesis tumbuhan dimulai dari pemecahan molekul air dan menghasilkan energi, ion H dan oksigen.

Pada lahan penelitian terdapat tanaman tebu yang rebah. Menurut Mastur (2015), pemupukan N dapat meningkatkan kerebahan tanaman tebu dan hal ini mengganggu tanaman tebu karena dapat menurunkan produktivitas tebu. Tanaman yang tinggi diinginkan menghasilkan bobot yang berat, jika tidak didukung oleh kekuatan yang cukup atau jika ada gangguan angin yang menyebabkan tingkat kerebahan tinggi. Faktor terpenting dalam mencapai hasil bobot tebu yang berat adalah perkembangan batangnya. (Putri *et al.,*, 2018).

Pelakuan B terpilih paling efektif dikarenakan menggunakan komposisi dosis pupuk yang lebih kecil yaitu ZA Plus 7 kuintal, dan NPK 15–10-15 3 kuintal/hektar dengan total 1 ton pupuk/hektar mendapatkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D yang menggunakan dosis pupuk ZA Plus 6 kuintal, NPK 15-15-15 4 kuintal, dan tambahan CaCO3 85% 3 kuintal/hektar dengan total 1,3 ton pupuk/hektar.

**Tabel 12**: Rerata Bobot per Batang (kg) Pada Setiap Perlakuan Dosis Pemupukan Tanaman Tebu

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Rerata Berat per Batang (kg) Tanaman Tebu |
| A  (ZA Plus 8 ku & NPK 15-10-15 2 ku) | 1,13 a |
| B  (ZA Plus 7 ku & NPK 15-10-15 3 ku) | 1,37 bc |
| C  (ZA Plus 6 ku & NPK 15-10-15 4 ku) | 1,20 ab |
| D  (ZA Plus 6 ku, NPK 15-15-15 4 ku, & Kaptan 3 ku) | 1,43 c |
| BNJ | 0,20 |

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Hasil pengamatan bobot per batang pada tabel 12, menunjukkan bobot per batang terberat pada perlakuan D, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Perlakuan B terpilih yang paling efektif untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman tebu dalam meningkatkan produktivitas tanaman tebu. Perlakuan B menghasilkan bobot batang yang tidak berbeda nyata dari perlakuan D. Bobot batang yang berat akan meningkatkan produktivitas tanaman tebu. Produktivitas tanaman tebu ditentukan oleh berat batang dan jumlah batang per meter juring, keduanya berbanding lurus dengan produktivitas. (de Sousa-Vieira & Miligan, 2005).

**KESIMPULAN**

Pertumbuhan tanaman tebu dipengaruhi oleh komposisi dosis pemupukan. Perlakuan B (dosis ZA Plus 700 kg/ha + pupuk NPK 15–10-15 300 kg/ha), merupakan perlakuan cenderung lebih efektif dikarenakan dari segi kemasakan dan produktivitas terbaik, yaitu 76,54 ton/ha.

**Ucapan terima kasih**

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) atas terselenggaranya kegiatan penelitian dan memberikan kesempatan saya untuk melakukan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anwar, K., Redjeki, E.S. & Budi, S. (2021) ‘Perbedaan Pertumbuhan dan Hasil Tiga Klon Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.) Pada Tanah Aluvial Di Desa Sambiroto Kecamatan Sooko – Mojokerto’, *TROPICROPS (Indonesian Journal of Tropical Crops)*, 4(1), p. 1. Available at: https://doi.org/10.30587/tropicrops.v4i1.2316.

Basuki, B., Purwanto, B. H., Sunarmito, B. H., & Hidayah Utami, S. N. (2016) ‘Analisis Cluster Sebaran Hara Makro dan Rekomendasi Pemupukan untuk Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.)’, *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 18(3), p. 118. Available at: https://doi.org/10.22146/ipas.10614.

Cahyani, S., Sudirman, A. & Azis, A. (2016) *Respons Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (Saccharum officinarum L.) Ratoon 1 terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik*, *Respons Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu... Jurnal AIP*.

Diana, N.E., Yogi, Y.A. & Verona, L. (2014) ‘Seminar Nasional Ke-V Fakultas Pertanian Universitas Samudra Optimasi Pertumbuhan Melalui Aplikasi Pemupukan Pada Tanaman Tebu Seminar Nasional Ke-V Fakultas Pertanian Universitas Samudra’, *Jurnal Unsam*, (978-623-609068-27–5), pp. 1–9.

Febrianto, A.D., Budi, S. & Lailiyah, W.N. (2022) ‘Uji Pemberian Dosis Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.) Terbakar’, *JINTAN : Jurnal Ilmiah Pfile:///D:/SKRIPSI/DATA PENGAMATAN/DATA UJI LANJUT DEMPLOT PETRO/REVISI/Referensi/Gomies, 2012.pdfertanian Nasional*, 2(2), p. 103. Available at: https://doi.org/10.30737/jintan.v2i2.2675.

Gomies, L., Rehatta, H. & Jean Nendissa, J. (2018) ‘Pengaruh Pupuk Organik Cair Ri1 Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kubis Bunga *(Brassica oleracea var. botrytis* L.)’, *Agrologia*, 1(1), pp. 13–20. Available at: https://doi.org/10.30598/a.v1i1.294.

Kementerian Pertanian RI, D.P. (2016) ‘Statistik Perkebunan Indonesia’, in, pp. 10–14. Available at: http://ditjenbun.pertanian.go.id.

Khalid, S.K.F.M., Munsif, F., Ali, A., Ismail, M., Haq, N., & Shahid, M. (2015) ‘Evaluation of Chip Bud Settling of Sugarcane for Enhancing Yield to Various Row Spacing’, *www.ijaaer.com International Journal of Agricultural and Environmental Research* [Preprint]. Available at: https://www.researchgate.net/publication/363568028.

Mastur, Syafaruddin, & Syakir, M. (2016) ‘Peran dan Pengelolaan Hara Nitrogen pada Tanaman Tebu Untuk Peningkatan Produktivitas Tebu’, *Perspektif*, 14(2), p. 73. Available at: https://doi.org/10.21082/p.v14n2.2015.73-86.

Merdeka, B.B.E. (2018) ‘Respon Pertumbuhan Bibit Tebu Asal Bud Chips Terhadap Variasi Dosis Pupuk Kandang Ayam dan Urea’, *Skripsi thesis, Universitas Mercu Buana Yogyakarta.* Available at: https://eprints.mercubuana-yogya.ac.id/id/eprint/3866/2/BAB I.pdf.

Muchovej, R.M. & Newman, P.R. (2004) ‘Nitrogen Fertilization Of Sugarcane On A Sandy Soil: I. Yield and Leaf Nutrient Composition’, *Agricultural Science* [Preprint], (34142–9514).

Mulyono, D. (2009) ‘Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Arahan Pemupukan N, P, dan K dalam Budidaya Tebu untuk Pengembangan Daerah Kabupaten Tulungagung.’, *Sains dan Teknologi*, 11(1), pp. 47–53.

Pakpahan, F.P. & Purwono, . (2018) ‘Pengelolaan Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.) di Wilayah PG Madukismo dengan Aspek Korelasi Pemupukan terhadap Produktivitas’, *Buletin Agrohorti*, 6(3), pp. 336–343. Available at: https://doi.org/10.29244/agrob.v6i3.21097.

Pinilih, Y., Taryono, T. & Wulandari, R.A. (2019) ‘Pengembangan Metode Penyaringan Klon Tebu Tahan Kering Menggunakan Metode Pengendalian Kadar Lengas’, *Vegetalika*, 8(4), p. 251. Available at: https://doi.org/10.22146/veg.38433.

Putra, S. M., Susanti, P., Amanah, D. M., Umahati, B. K., Pardali, S. J., & Santoso, D. (2017) ‘Pengaruh biostimulan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu varietas PSJT-941’, *Menara Perkebunan*, 85(1), pp. 37–43.

Putri, S.S. & Heru Pamungkas, D. (2018) ‘Konsentrasi dan Iterval Pemberian Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu *(Saccarum officinarum* L.) Pada Sistem Budchips’, *Jurnal Ilmiah Agroust*, 2(1).

Rahayu, D.F., Budi, S. & Nurlailiyah, W. (2021) ‘Pupuk Phonska Plus Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.) Dengan Metode Bagal Satu Mata Tunas’, *Jurnal Tropicrops*, 4(2), pp. 78–87.

Rahman, I., Ekawat, R. & Kusumawati, A. (2022) ‘Respon Pertumbuhan Tebu *(Saccharum officinarum* L.) Pada Kedalaman Juringan dan Dosis Pupuk P yang Berbeda’, *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, 6(1), pp. 52–60. Available at: https://doi.org/10.55180/agi.v6i1.230.

Santoso, B. (2006) ‘Pemberdayaan Lahan Podsolik Merah Kuning dengan Tanaman Rosela *(Hibiscus sabdariffa* L.) di Kalimantan Selatan’, *Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* [Preprint].

Setyanti, Anwar & Slamet W (2013) ‘Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa *(Medicago sativa)* pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda’, *Animal Agriculture*, 2, pp. 86–96.

Stranack, R.A. & Miles, N. (2011) ‘Nitrogen Nutrition of Sugarcane on an Alluvial Soil on the Kwazulu-Natal North Coast : Effects on Yield and Leaf Nutrient Concentrations’, *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.*, pp. 198–209.

Sukoco, D.N. (2024) ‘Tingkat Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Cair dari Limbah Dapur dan Variasi Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.)’, 5431, pp. 109–119.

Syavitri, D.A., Prayogo, C. & Gunawan, S. (2019) ‘Pengaruh Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Tanaman, dan Populasi Bakteri Pelarut Kalium Pada Tanaman Tebu *(Saccharum officinarum* L.)’, *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(2), pp. 1341–1352. Available at: https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.2.15.