

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. Penularan penyakit dilakukan oleh nyamuk betina karena hanya nyamuk betina yang menghisap darah manusia untuk perkembangan telur-telurnya yang membutuhkan protein (Womack, M. 1993). Mengingat keganasan penyakit demam berdarah, masyarakat harus mampu mengenali dan mengetahui cara-cara mengendalikan jenis ini untuk membantu mengurangi persebaran penyakit demam berdarah.

Salah satu metode pengendalian jumlah *Aedes aegypti* adalah dengan menggunakan insektisida. Insektisida dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, kesehatan sehingga menyebabkan kelumpuhan nyamuk *Aedes aegypti* (Kurnianti, Novi.2013). Insektisida untuk nyamuk banyak beredar di pasaran dengan berbagai pilihan jenis, salah satunya adalah dengan menggunakan obat nyamuk *one push aerosol*.

Insektisida *one push aerosol* dianggap sangat cepat dan praktis dalam membasmi atau membunuh serangga daripada insektisida yang lainnya. Bahan aktif yang terkandung dalam obat nyamuk *one push aerosol* mengikat protein yang terdapat pada sistem saraf nyamuk *Aedes aegypti*(T, Nazimek. 2011). Dan apabila diaplikasikan pada ruangan, wangi pada obat nyamuk aerosol maupun semprot dapat menjadi indikasi ruangan tersebut terdapat residu atau partikel dari obat nyamuk yang dapat mengakibatkan gangguan pernafasan dan terjadinya pencemaran lingkungan.

Partikel yang dihasilkan oleh penguapan aerosol berukuran PM10 (*fine particle*) (EPA.1996) dapat mengendap di hidung, mulut, kerongkongan, pangkal tenggorokan, bagian bawah jalur udara pada paru-paru hingga peredaran darah. Ketika partikel aerosol mengendap di sistem pernapasan maka akan berdampak kuat pada kesehatan seperti sulit bernafas dan lain-lain (Biswas, P. 2009).

Oleh karena itu untuk mengetahui efektivitas dari insektisida tersebut pada nyamuk *Aedes aegypti* sehingga didapatkan nilai bioefikasinya (merujuk pada percobaan Widiarti, 1997) maka perlu dilakukan pengukuran faktor emisi. Dan dilakukan pengukuran partikel pada awal penyemprotan dan 1 jam setelah penyemprotan untuk mengetahui residu yang dihasilkan oleh penguapan aerosol. Nilai faktor emisi didapatkan dari nilai konsentrasi total partikel dan laju gas buang yang dihasilkan oleh produk insektisida serta luas penampang pada mulut tabung produk insektisida.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan judul tersebut maka didapatkan masalah-masalah yang diteliti adalah :

1. Bagaimana nilai faktor emisi yang dihasilkan oleh setiap produk uji coba pada waktu yang telah ditentukan ?
2. Bagaimana respon maksimal (bioefikasi) suatu obat nyamuk semprot yang berjenis *one push aerosol* ?
3. Bagaimanakah hubungan antara besarnya Faktor Emisi dengan waktu kematian nyamuk *Aedes aegypti* ?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan dalam pengujian bioefikasi (*one push aerosol*) insektisida dalam membasmi serangga adalah menggunakan nyamuk *Aedes aegypti* betina. Produk insektisida yang digunakan adalah produk A, produk B, dan produk C yang akan diukur konsentrasi partikelnya serta tidak memperhatikan pengaruh komposisi penyusun insektisida. Uji bioefikasi obat nyamuk *onpush aerosol* hanya pada *Knockdown-Time* (KT) 50 dan KT 90. Pengukuran partikel aerosol dengan menggunakan P-trak *Ultrafine Particle Counter Model 8525*.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian dari Tugas Akhir yang akan dilakukan adalah :

1. Mengukur Faktor Emisi yang dihasilkan setiap produk uji coba (insektisida *one push aerosol*).

2. Mengetahui bioefikasi atau respon maksimal (KT 50 dan KT 90) dari obat nyamuk semprot yang berjenis *one push aerosol*.
3. Mengetahui pengaruh Faktor Emisi dan kandungan bahan aktif insektisida *one push aerosol* terhadap waktu kematian nyamuk *Aedes aegypti*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai informasi kepada peneliti, mahasiswa, dan masyarakat tentang pengaruh faktor emisi dan bahan aktif yang digunakan terhadap efektivitas suatu produk obat nyamuk berjenis *one push aerosol* dalam membasmi nyamuk *Aedes aegypti* serta bahaya dari bahan aktif yang terkandung dalam insektisida *one push aerosol*.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Particulate Matter* (PM)

Istilah *Particulate Matter* (PM) digunakan untuk campuran dari partikel padat dan cairan berbentuk droplet yang tersuspensi di udara. Partikel ini dihasilkan dari sumber yang bervariasi seperti gedung-gedung, hasil industri, kereta bertenaga diesel, dan sesuatu yang terbentuk di atmosfer yang disebabkan oleh perubahan emisi gas. Sifat kimia dan komposisi fisiknya tergantung pada lokasi, waktu, dan cuaca. *Particulate matter* terdiri dari fine partikel dan ultrafine partikel.

Fine partikel (PM₁₀) memiliki diameter antara 2.5 µm dan 10 µm. Fine partikel dibentuk oleh gangguan secara mekanik (seperti penghancuran dan abrasi), penguapan pada aerosol, dan suspensi debu. PM₁₀ mengandung *aluminosilicate* dan oksidasi elemen kerak, dan butiran debu yang terdapat di jalan.

Ultrafine partikel memiliki diameter kurang dari 2.5 µm (PM_{2.5}). Asal dan kimia fine dan Ultrafine partikel adalah berbeda (Tabel 2.1). Partikel ultrafine terbentuk dari gas dan kondensasi pada penguapan suhu tinggi pada proses pembakaran, dan ultrafine partikel mengandung berbagai macam kombinasi yaitu seperti senyawa sulfat, senyawa nitrat, senyawa karbon, ammonium, hidrogen, senyawa organik, logam (Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn, Mn, dan Fe), dan partikel air. Sumber utama dari PM_{2.5} adalah bahan bakar fosil, pembakaran tumbuhan, dan proses leburan logam.

Tabel 2.1 Perbedaan antara fine dan ultrafine partikel

| | Fine Partikel | Ultrafine Partikel |
|-------------|--|--|
| Formed from | Droplet cairan dan padatan | Gas |
| Formed by | Sentuhan mekanik (seperti penghancuran dan abrasi), penguapan aerosol, dan suspensi debu | Reaksi kimia, nuklir, kondensasi, penguapan kabut dan awan |
| Penyusun | Sulfat (S ₂ O ₄), Nitrat | Suspensi debu, |

| | | |
|------------|---|---|
| | (NO ₃), ammonium (NH ₄), ion hidrogen (H ⁺) elemen karbon, logam (Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe, Partikel Air | oksidasi metal elemen kerak (Si, Al, Ti, Fe), CaCO ₃ , NaCl |
| Daya larut | Daya larut sangat tinggi dan non-higroskopis | Daya larut sangat besar, higroskopis, dan cepat meleleh |
| Sumber | Aerosol, pembakaran batu bara dan minyak | Proses dengan suhu yang tinggi, penggilingan baja, pembakaran batubara dan gasoline |
| Lifetime | Menit hingga jam | Harian hingga mingguan |

(EPA. 1996)

Partikel yang dihasilkan oleh aerosol dengan ukuran PM10 dapat mengendap di hidung, mulut, kerongkongan, pangkal tenggorokan, bagian bawah jalur udara pada paru-paru, hingga peredaran darah. Ketika partikel aerosol mengendap di sistem pernapasan maka akan berdampak kuat pada kesehatan seperti sulit bernafas dan lain-lain (Biswas, P. 2009).

2.1.1 Faktor Emisi

Faktor emisi merupakan nilai rata-rata suatu parameter pencemar udara yang dikeluarkan sumber spesifik. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang dapat mengeluarkan polutan. Adanya variasi tersebut, menimbulkan ekspresi faktor emisi dengan unit berbeda. Faktor emisi bahan bakar bensin adalah 5,52x10¹¹ Partikel/L berarti setiap membakar 1 liter bensin, akan menghasilkan partikel sebesar 5,52x10¹¹ (Valley. 2012).

2.2 Insektisida

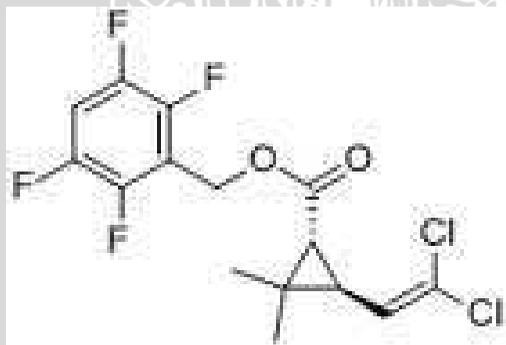
Insektisida adalah bahan-bahan kimia yang bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga. Insektisida dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku,

perkembangbiakkan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologi lainnya hingga berujung pada kematian serangga pengganggu.

Cara kerja insektisida ada bermacam-macam salah satunya adalah insektisida fumigan. Insektisida ini akan membunuh atau membasmi serangga apabila serangga menghisap bahan insektisida. Insektisida tersebut masuk ke tubuh serangga melalui sistem pernafasan (Kurnianti, Novi. 2013).

2.2.1 Transfluthrin

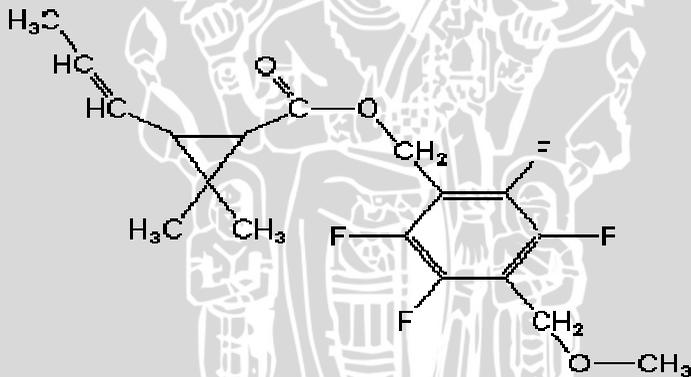
Transfluthrin merupakan bahan aktif insektisida pirethroid dengan rendah persistensi. Formula molekul dari transfluthrin adalah $C_{15}H_{12}Cl_2F_4O_2$ dan untuk nama IUPAC-nya (1R,3S)-3-(2,2-Dichlorovinyl)-2,2-dimetil-1-cyclopropanecarboxylic acid (2,3,5,6-tetrafluorophenyl) metil. Transfluthrin dapat digunakan di dalam ruangan untuk membasmi nyamuk, lalat, dan kecoa. Transfluthrin adalah sebuah bahan campuran kimia yang biasa digunakan untuk mengusir nyamuk dengan dosis yang disarankan untuk aplikasi aerosol adalah 0.02-0.04% untuk membunuh serangga terbang dan 0.02-0.08% untuk serangga yang merayap (*South Africa Standards*). Dan apabila transfluthrin tidak digunakan sesuai dengan petunjuk maka kan menyebabkan gejala keracunan termasuk gugup, gemetar, kejang, alergi kulit, bersin-bersin, dan iritasi (T, Nazimek. 2011). Struktur transfluthrin secara kimiawi ditunjukkan oleh Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur kimiawi transfluthrin
(<http://AnnAgricEnvironMed.2011-PubMed-NCBI.html>)

2.2.2 Metofluthrin

Metofluthrin pertama kali ditemukan oleh perusahaan Sumitomo Chemical Co., Ltd di Jepang pada Januari 2005. Metofluthrin adalah pirethroid yang digunakan sebagai pembasmi serangga. Uap metofluthrin sangat efektif dan mampu menolak 97% nyamuk (Lucas, JR et al.2007). Metofluthrin digunakan dalam berbagai macam produk pembasmi nyamuk yang dapat digunakan di dalam ruangan dan di luar ruangan. Namun metofluthrin memiliki kandungan yang cukup berbahaya apabila terkena kulit manusia secara langsung. Meskipun metofluthrin termasuk insektisida tetapi tidak terlalu efektif apabila digunakan untuk membasmi serangga lain selain nyamuk (Zollner, G; Orshan, L. 2011). Struktur dari metofluthrin secara kimiawi dapat dilihat pada Gambar 2.2. Rumus kimia dari metofluthrin adalah $C_{18}H_{20}F_4O_3$ sedangkan nama IUPAC-nya 2,3,5,6-Tetrafluoro-4-(methoxymethyl)benzil-2,2-dimetil-3-cyclopropanecarboxylate (M, Sugono. 2005).



Gambar 2.2 Struktur kimiawi metofluthrin
(<http://TopCurrChem.2012-PubMed-NCBI.html>)

2.2.3 Bahaya Insektisida bagi manusia

Insektisida seringkali digunakan melebihi dosis yang seharusnya karena masyarakat pada umumnya beranggapan semakin banyak insektisida yang diaplikasikan maka semakin bagus hasilnya. Sedangkan wangi pada obat nyamuk aerosol maupun semprot dapat menjadi indikasi ruangan tersebut

terdapat residu dari obat nyamuk tersebut yang dapat mengakibatkan gangguan pernafasan dan terjadinya pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan insektisida tertentu dapat tersimpan di dalam tanah selama bertahun-tahun sehingga dapat merusak komposisi mikroba tanah serta mengganggu ekosistem perairan (Heller, J.L. 2010).

2.3 Aerosol

Aerosol secara teknis merujuk pada partikel padat yang berada di udara (juga disebut abu atau partikulat) maupun tetesan cair. Dalam bahasa sehari-hari, aerosol merujuk pada tabung semprot aerosol maupun isi tabung. Istilah aerosol berasal dari kenyataan bahwa bahan yang melayang di udara adalah suspensi (campuran di mana partikel padat, cair, maupun gabungan keduanya disuspensikan di cairan).

Aerosol terdiri dari sistem dua fase (gas dan cair) atau sistem tiga fase (gas, cair, dan padat). Sistem dua fase dari larutan zat aktif dalam propelan dan konsolven seperti etanol, propilenglikol dan polietilen glikol yang sering digunakan untuk menambah kelarutan zat aktif.

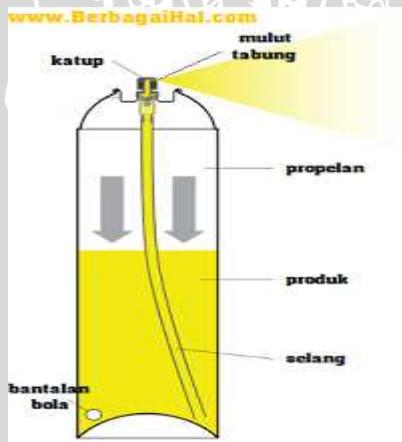
Sistem tiga fase terdiri dari suspensi atau emulsi zat aktif, surfaktan, cairan mengandung air atau tidak mengandung air dan propelan. Jika propelan berada dalam fase internal (misalnya tipe minyak dalam air), akan menghasilkan busa stabil dan jika propelan berada dalam fase eksternal (misalnya air dalam minyak) akan menghasilkan semprotan atau busa yang kurang stabil.

Prinsip kerja dari sebuah kaleng aerosol adalah sangat sederhana, yaitu cairan yang disimpan dalam tekanan yang tinggi digunakan untuk mendorong cairan lainnya keluar dari kaleng. Kaleng aerosol akan diisi oleh dua jenis cairan. Satu cairan dengan titik didih di bawah suhu kamar yang disebut propelan dan satu cairan lagi dengan titik didih pada temperatur yang jauh lebih tinggi dibanding propelan yang disebut produk. Produk adalah zat yang digunakan seperti parfum atau obat nyamuk, dan propelan adalah cairan yang digunakan untuk mendorong produk keluar dari kaleng. Propelan berfungsi untuk memberikan tekanan yang dibutuhkan untuk mengeluarkan produk dari kaleng dan dalam

kombinasi dengan komponen lain mengubah produk ke bentuk fisik yang digunakan.

Ketika katup ditekan dan terbuka, tekanan pada propelan cair di dalam kaleng akan langsung berkurang (seperti pada Gambar 2.2). Karena tekanan yang berkurang ini, propelan mulai mendidih dan menguap lalu membentuk lapisan gas di bagian atas kaleng. Lapisan gas yang bertekanan tinggi ini selanjutnya akan mendorong produk cair serta beberapa propelan cair melalui selang sampai ke mulut tabung.

Ketika produk dan propelan cair mengalir melalui mulut tabung, propelan dengan cepat akan mengembang dan menjadi gas. Dalam beberapa kaleng aerosol, hal ini membuat semprotan yang sangat halus. Produk yang terdapat dalam pembasmi nyamuk sangat banyak tetapi terdapat dua jenis bahan aktif yang sering digunakan yaitu transfluthrin dan metofluthrin (Djojosumarto, Panut. 2012).



Gambar 2.3 Bagan botol aerosol (www.BerbagaiHal.com)

2.4 Konsentrasi dan Respon Obat (Efikasi)

Respon terhadap dosis obat yang rendah biasanya meningkat sebanding langsung dengan dosis. Namun, dengan meningkatnya dosis peningkatan respon menurun. Pada akhirnya, tercapailah dosis yang tidak dapat meningkatkan respon lagi.

Hubungan antara konsentrasi dan efek obat atau obat yang terikat reseptor. Konsentrasi obat yang efeknya separuh maksimum disebut EC50 dan konsentrasi obat yang okupansi reseptornya separuh maksimum disebut KT(*Knock-down time*)50 sedangkan KT90 adalah okupansi reseptornya 90% dari maksimum(Ganiswara, S.G., *at al.* 1995).

Ada berbagai macam hubungan dosis dan respons bertingkat salah satunya adalah efikasi. Efikasi adalah respon maksimal yang dihasilkan oleh suatu obat. Efikasi tergantung pada jumlah kompleks obat-reseptor yang terbentuk dan efisiensi reseptor yang diaktifkan dalam menghasilkan suatu kerja seluler (Staf Pengajar Farmakologi. 1995).

2.5 Nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. Penyebaran jenis ini sangat luas, meliputi hampir semua daerah tropis di seluruh dunia. Sebagai pembawa virus dengue, *Aedes aegypti* merupakan pembawa utama (*primary vector*) dan bersama *Aedes albopictus* menciptakan siklus persebaran dengue di desa dan di kota. Bentuk dari nyamuk *Aedes aegypti* terlihat pada Gambar 2.3.

Aedes aegypti bersifat diurnal atau aktif pada pagi hingga siang hari. Penularan penyakit dilakukan oleh nyamuk betina yang menghisap darah. Hal itu dilakukannya untuk memperoleh asupan protein yang diperlukannya untuk memproduksi telur. Nyamuk jantan tidak membutuhkan darah dan memperoleh energi dari nektar bunga atau tumbuhan. Jenis ini menyukai area yang gelap dan benda-benda berwarna hitam atau merah.

Nyamuk *Aedes aegypti* meletakkan telur pada permukaan air bersih secara individual. Telur berbentuk elips berwarna hitam dan terpisah satu dengan yang lainnya. Telur menetas dalam 1 sampai 2 hari menjadi larva. Terdapat empat tahapan dalam perkembangan larva yang disebut instar. Perkembangan dari instar 1 ke instar 4 memerlukan waktu sekitar 5 hari. Setelah mencapai instar keempat, larva berubah menjadi pupa di mana larva memasuki masa dorman. Pupa bertahan selama 2 hari sebelum akhirnya nyamuk dewasa keluar dari pupa. Perkembangan dari telur hingga nyamuk dewasa membutuhkan waktu 7 hingga 8 hari.

Ciri-ciri nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut :

1. Bentuk tubuh kecil dan di bagian abdomen terdapat bintik-bintik serta berwarna hitam.
2. Penyebaran penyakitnya yaitu pagi dan sore.
3. Hidup di air bersih serta di tempat-tempat lain yaitu kaleng-kaleng bekas yang terdapat genangan air.
4. Dapat menyebabkan penyakit DBD.

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki ukuran sedang dengan tubuh berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan tungkainya ditutupi sisik dengan garis-garis putih keperakan. Di bagian punggung (dorsal) tubuhnya tampak dua garis melengkung vertikal di bagian kiri dan kanan yang menjadi ciri dari spesies ini. Sisik-sisik pada tubuh nyamuk pada umumnya mudah rontok atau terlepas sehingga menyulitkan identifikasi pada nyamuk-nyamuk tua. Ukuran dan warna nyamuk jenis ini kerap berbeda antar populasi, tergantung dari kondisi lingkungan dan nutrisi yang diperoleh nyamuk selama perkembangan. Nyamuk jantan dan betina tidak memiliki perbedaan yang terlalu jauh dalam hal ukuran. Perbedaannya hanya pada antena nyamuk jantan terdapat rambut-rambut tebal.

Pada nyamuk betina, bagian mulutnya membentuk probosis panjang untuk menembus kulit mamalia (atau dalam sebagian kasus burung atau juga reptilia dan amfibi) untuk menghisap darah. Nyamuk betina memerlukan protein untuk pembentukan telur dan untuk diet, nyamuk hanya menghisap madu dari bunga atau buah yang tidak mengandung protein. Kebanyakan nyamuk betina perlu menghisap darah untuk protein yang diperlukan. Bagian mulut nyamuk jantan berbeda dengan bagian nyamuk betina yaitu bagian mulut jantan yang tidak sesuai untuk menghisap darah. Adapun klasifikasi dari nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat sebagai berikut :

Klasifikasi ilmiah

| | |
|----------|----------------------|
| Kerajaan | : Animalia |
| Filum | : arthropoda |
| Kelas | : Insecta |
| Ordo | : Diptera |
| Genus | : <i>Aedes</i> |
| Upagenus | : <i>Stegomyia</i> |
| Spesies | : <i>Ae. Aegypti</i> |

Nama binomial : *Aedes aegypti*

(Womack, M.1993)



Gambar 2.4 Nyamuk *Aedes aegypti* betina
(www.nyamukaedesaeegypti.blogspot.com)



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

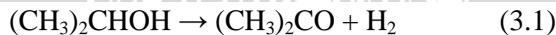
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2013 sampai bulan Juni 2013. Pengukuran konsentrasi partikel bertempat di Laboratorium Instrumentasi dan Pengukuran Fisika Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah gelas chamber berukuran 70x70x70 cm, P-Trak model 8525, pengukur waktu (stopwatch), pompa udara, selang berukuran kecil, barometer, tissue, selang untuk pompa, barabox, jangka sorong dan termometer. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nyamuk *Aedes aegypti* betina, alkohol isoprophyl (PA), dan obat nyamuk *one push aerosol* produk A (transfluthrin 21.3%), produk B (metofluthrin 3.5%), dan produk C (transfluthrin 25%).

3.2.1 Isopropil Alkohol

Isopropil alkohol (juga disebut isopropanol, propan-2-ol, 2-propanol, alkohol atau disingkat IPA) adalah nama umum untuk senyawa kimia dengan rumus molekul C_3H_8O . Senyawa ini tidak berwarna, namun mudah terbakar dan memiliki bau yang kuat. Senyawa ini merupakan contoh yang paling sederhana dari alkohol sekunder, dimana karbon alkohol melekat pada dua karbon lain, seperti ditunjukkan pada reaksi berikut ini,



Rumus 3.1 merupakan isomer struktural propanol (Yaws, 1999)

3.2.2 P-Trak Ultrafine Particle Counter Model 8525

TSI P-Trak *Ultrafine Particle Counter* (UPC) model 8525 merupakan instrumen yang ideal untuk mengukur kerja partikulat fine maupun ultrafine. Instrumen portabel ini mendeteksi dan menghitung partikel ultrafine (lebih kecil dari 1 mikrometer) yang sering menjadi polutan. Prinsip kerja dari alat ini adalah menangkap partikel ultrafine. Saat partikel tersebut masuk, maka partikel tersebut mengalami kontak dengan kasa yang ada di dalam

alat. Kasa tersebut telah menyerap Isopropil Alkohol. Kontak itulah yang menghasilkan satu bilangan yang tidak lain adalah konsentrasi partikel. P-Trak *Ultrafine Particle Counter Model 8525* (UPC) juga menjadi instrumen yang mendeteksi sumber pencemar seperti boiler, tungku, dan kendaraan, serta mendeteksi sumber-sumber pencemar lain seperti fotokopi dan printer.

P-Trak (gambar 3.1) tersebut adalah *Ultrafine Particle Counter* atau biasa disebut dengan UPC merupakan alat yang dapat mendeteksi partikel hingga diameter di bawah $0,1 \mu\text{m}$. Alat ini dapat menangkap UP hisapnya $700 \text{ cm}^3/\text{min}$. Setelah partikel yang ada di udara dihisap oleh pompa yang ada di dalam P-Trak *Ultrafine Particle Counter Model 8525*, partikel tersebut masuk ke dalam tabung saturator. Dalam tabung saturator tersebut terdapat isopropil alkohol, maka UP akan terbungkus oleh air sehingga menjadi butiran-butiran air. Butiran-butiran air tadi akan jatuh mengenai laser. Ketika mengenai laser, butiran-butiran air tadi akan memantulkan berkas laser dan pantulannya akan diterima oleh sensor cahaya. Sensor cahaya dihubungkan dengan penghitung (*counter*). Penghitung ini akan bertambah ketika sensor tersebut menerima pantulan cahaya dari partikel yang terbungkus air sebesar $\leq 3,14 \times 10^{-17} \text{ m}^2$ (Innovation. 2009)



Gambar 3.1P-Trak[®] *Ultrafine Particle Counter Model 8525*(Innovation, 2009)

3.2.3 Jangka Sorong

Jangka sorong (gambar 3.2) adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian yang bergerak. Dengan menggunakan jangka sorong maka akan mendapatkan kontrol ukuran dan dimensi yang presisi dan akurat.



Gambar 3.2 Jangka Sorong
(<http://nurulapriyani.wordpress.com/2010/12/26/cara-membaca-jangka-sorong/>)

3.3 Metode Penelitian

Kerangka berfikir yang mendasari penelitian ini adalah mengetahui bioefikasi atau respon maksimal yang dihasilkan suatu obat nyamuk *one push aerosol*. Dari setiap semprotan tersebut dapat dihitung konsentrasi partikelnya sehingga diketahu dampak emisi yang dikeluarkan oleh obat nyamuk *one push aerosol* terhadap lama kelumpuhan nyamuk *Aedes aegypti* serta perbedaan faktor emisi setiap produk pada awal penyemprotan dan 1 jam setelah penyemprotan.

3.4 Alur Penelitian

3.4.1 Persiapan *glass chamber*

Mempersiapkan *glass chamber* yang terbuat dari kaca berukuran 70x70x70 cm (standar uji bioefikasi), satu dinding terbuka sebagai pintu berbentuk lingkaran dengan diameter 20 cm dan penutup. Dan pada kedua sisinya terdapat dua lubang yang berdiameter 1 cm sebagai penghubung pipa seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Glass chamber*

3.4.2 Persiapan bahan uji coba

Mempersiapkan tiga contoh obat nyamuk semprot (*one push aerosol*), diperoleh dari toko maupun pasar swalayan di kota Malang, Jawa Timur. Produk uji coba pertama adalah produk A yang memiliki bahan aktif transflutrin 21.3% dengan berat bersih 10 mL. Produk uji coba kedua adalah produk B yang memiliki bahan aktif metoflutrin 3.5% dengan berat bersih 10 mL. Produk uji coba ketiga adalah produk C yang memiliki bahan aktif transflutrin 25% dengan berat bersih 10 mL.

3.4.3 Persiapan hewan coba

Hewan coba yang digunakan yaitu nyamuk demam berdarah (*Aedes aegypti*) yang steril virus dengue (*free patogen*) berjenis kelamin betina, umur 7-8 hari sebanyak 400 ekor. Sebelum penelitian dimulai, telah dipersiapkan terlebih dahulu tempat pemeliharaan hewan coba seperti kandang dan tempat larutan gula sebagai pakan untuk nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* diberi makan yaitu dengan cara kapas diberi larutan gula kemudian diperas setelah itu diletakkan di dalam barabox. Barabox diletakkan di tempat yang kondusif dengan suhu kamar agar nyamuk tidak stress.

3.4.4 Percobaan menggunakan *glass chamber*

Sebelum dilakukan pengujian, ke dalam *glass chamber* dilepaskan 20 ekor nyamuk untuk memastikan tidak terkontaminasi. Apabila dalam waktu lima menit terdapat nyamuk mati, maka *glass chamber* harus dicuci ulang dengan deterjen.

Peneraan kadar semprotan obat nyamuk dilakukan dengan cara sebagai berikut : Obat nyamuk *one push aerosol* yang akan diuji, ditimbang beratnya, kemudian disemprotkan di dalam *glass chamber* dengan satu kali tekan. Kemudian berat obat nyamuk setelah disemprotkan ditimbang lagi dan selisih berat dicatat (dalam gram). Peneraan kadar semprotan dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Sebanyak 20 ekor nyamuk *Aedes aegypti* kenyang larutan gula (umur 7-8 hari) dilepaskan ke dalam *glass chamber* dan ditunggu satu menit. Obat nyamuk *one push aerosol* disemprotkan secara manual ke dalam *glass chamber*. Pengamatan dilakukan selama 20 menit. Jumlah nyamuk pingsan dihitung pada setiap selang waktu yang ditentukan yaitu : 0.50; 1.25; 2.00; 2.50; 3.00; 3.50; 5,00; 7,00; 15,00, dan 20,00 menit. Kemudian semua nyamuk

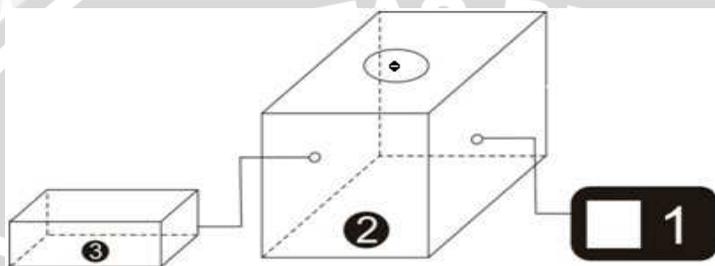
dipindahkan kedalam tabung yang terdapat pada lampiran 3, diberi kapas basah larutan gula dan disimpan (holding) selama 24 jam di ruangan yang bersuhu kamar 27°C untuk mengetahui jumlah nyamuk yang mati dan pingsan. Persentase kematian ditentukan dari (P) = Jumlah nyamuk pingsan; (Q) = Jumlah nyamuk mati; (R) = Jumlah nyamuk diuji dengan rumus : $\{(P+Q) : R\} \times 100\%$ (Widiarti.1997). Percobaan tersebut dilakukan untuk awal penyemprotan dan sebagai pembandingnya dilakukan pengamatan yang serupa untuk 1 jam setelah penyemprotan sebagai nilai pembanding apakah setelah 1 jam dilakukan penyemprotan, bahan aktif yang terkandung dalam insektisida memiliki pengaruh terhadap kematian nyamuk.

3.4.5 Percobaan menggunakan P-Trak model 8525

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran konsentrasi partikel yang terdapat dalam satu semprotan produk dengan menggunakan *particle counter* yaitu P-Trak *Ultrafine Particle Model 8525*. Langkah pertama adalah mengukur suhu dalam *Glass chamber* dengan menggunakan termometer dan tekanannya dengan menggunakan barometer kemudian dicatat suhu dan tekanannya. Setelah itu selang P-Trak dihubungkan ke *glass chamber* melalui lubang yang diberi sekrup dengan diameter sekrup 1,2 cm begitu juga dengan selang yang menghubungkan *glass chamber* dengan pompa udara. Setelah selang P-Trak terhubung dengan *glass chamber* kemudian katrit isopropil alkohol dimasukkan ke dalam alat P-Trak. Maka pengambilan data siap untuk dilakukan. Dengan mengatur Log Interval pada P-Trak sehingga alat ini akan menangkap partikel pada 1 detik sekali dengan kecepatan hisap 0.6 ml/s.

Baru kemudian obat nyamuk *one push aerosol* disemprotkan secara manual ke dalam *glass chamber* selama satu detik. Setelah itu, konsentrasi partikelnya diukur dengan menggunakan P-Trak model 8525 dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali agar didapatkan data yang presisi. Pengambilan data adalah dengan memperhatikan nilai minimal pada layar P-Trak yaitu data sebelum dilakukan penyemprotan obat nyamuk *one push aerosol* dan nilai maksimal pada layar P-Trak. Pengukuran dihentikan setelah 20 menit, hal ini dimaksudkan untuk menghubungkan pengaruh faktor emisi dengan bioefikasi insektisida yang dilakukan pengamatan

selama 20 menit pula.. Yang kemudian secara otomatis data pengukuran partikel tersebut akan tersimpan di memori P-Trak. setelah itu data akan ditransfer ke dalam komputer yang memiliki program P-Trak. Perlakuan di atas dilakukan untuk setiap produk obat nyamuk *one push aerosol*. Gambar 3.4 berikut adalah rangkaian pengukuran konsentrasi partikel menggunakan P-Trak.



Gambar 3.4 Rangkaian pengukuran konsentrasi partikel (Keterangan : 1. P-Trak, 2. Glass chamber, 3. Pompa hisap)

3.5 Pengolahan Data

Dalam perhitungan ada beberapa data yang harus diolah diantaranya yaitu diameter lubang pada keluarnya partikel pada katup botol yang diukur dengan menggunakan jangka sorong sehingga didapat luas mulut katup (A) dalam satuan m^2 , rata-rata kecepatan buang gas buang yang keluar dari mulut katup obat nyamuk *one push aerosol* dalam satuan meter per sekon (m/s), dan total konsentrasi partikel (C) terhadap waktu yang digunakan dalam satuan partikel.sekon/ cm^2 yang diperoleh dengan menggunakan program origin.

$$\int_0^t C(t)dt \quad (3.2)$$

dalam satuan partikel.sekon/ cm^3 . Dan untuk menghitung luas mulut katup (A) obat nyamuk *one push aerosol* adalah dengan menggunakan rumus :

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad (3.3)$$

Keterangan : A = Luas lingkaran
d = diameter lingkaran (m^2)

Deviasi dari luasan tersebut dapat diperoleh dari persamaan berikut

$$\delta A = \sqrt{\frac{\sum |A - \bar{A}|^2}{n(n-1)}} \quad (3.4)$$

Kecepatan gas buang oleh mulut katup dilakukan pengambilan sebanyak 3 nilai yang kemudian diambil rata-ratanya dengan persamaan

$$\bar{v} = \frac{\sum v}{n} \quad (3.5)$$

Untuk mencari deviasi dari perhitungan laju aerosol dari mulut katup tersebut digunakan persamaan

$$\delta v = \sqrt{\frac{\sum |v - \bar{v}|^2}{n(n-1)}} \quad (3.6)$$

Data yang diperoleh dari pengukuran, ditransfer terlebih dahulu dari alat P-Trak ke komputer dengan menggunakan software TSI TrakPro. Setelah data ditransfer maka data akan muncul dalam format “.tkp” yang kemudian di transfer kembali ke dalam bentuk excel. Data dalam bentuk excel tersebut dimasukkan ke dalam program origin yang bertujuan untuk mengetahui konsentrasi total partikelnya. Satuan dari konsentrasi partikel adalah pt.s/cm³. Pengukuran konsentrsi partikel tersebut dilakukan 3 kali pengulangan maka didapat rata-ratanya

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{n} \quad (3.7)$$

Dan deviasinya

$$\delta c = \sqrt{\frac{\sum |c - \bar{c}|^2}{n(n-1)}} \quad (3.8)$$

Setelah memperoleh variabel yang diperlukan yaitu nilai luas penampang katup (A), kecepatan gas buang aerosol (v), dan nilai konsentrasi partikel (C) maka besar faktor emisi insektisida *one push aerosol* pun diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$Ef = A \cdot v \cdot \int C(t)dt \quad (3.9)$$

Keterangan :

Ef = Faktor Emisi(partikel/semprot)

A = Luas penampang mulut katup (cm²)

v = laju aliran katup obat nyamuk (cm/s)

$\int C(t)dt$ = konsentrasi total partikel (pt.sekon/cc)

Setelah mendapatkan nilai faktor emisi kemudian diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik. Karena pengukuran

tersebut dilakukan secara berulang maka hasil faktor masing-masing produk adalah sebagai berikut :

$$Ef = Ef \pm \delta Ef \quad (3.10)$$

Dimana δf diperoleh dari persamaan berikut

$$\delta Ef = \sqrt{\left(\frac{\delta Ef}{\delta A} \delta A\right)^2 + \left(\frac{\delta Ef}{\delta v} \delta v\right)^2 + \left(\frac{\delta Ef}{\delta c} \delta c\right)^2} \quad (3.11)$$

$\frac{\delta Ef}{\delta A}$ diperoleh dari turunan persamaan Ef terhadap luas mulut tabung (A) sehingga diperoleh persamaan :

$$\frac{\delta Ef}{\delta A} = v \int_0^t C(t) dt \quad (3.12)$$

Dan persamaan $\frac{\delta Ef}{\delta v}$ diperoleh dari turunan persamaan Ef terhadap kecepatan semprot (v) sehingga diperoleh persamaan :

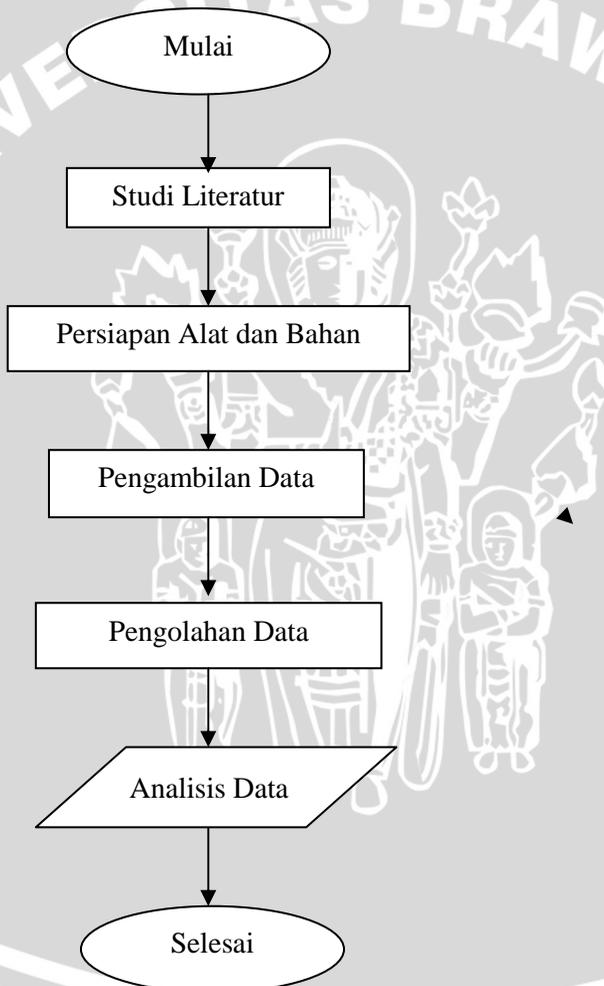
$$\frac{\delta Ef}{\delta v} = A \int_0^t C(t) dt \quad (3.13)$$

Persamaan $\frac{\delta Ef}{\delta c}$ diperoleh dari turunan Ef terhadap konsentrasi total partikel ($C(t)$), sehingga diperoleh persamaan :

$$\frac{\delta Ef}{\delta c} = Av \quad (3.14)$$

3.6 Analisis Data

Data hasil dari perhitungan konsentrasi partikel dimasukkan dalam tabel excel dan diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik hubungan antara konsentrasi partikel dengan waktu serta faktor emisi terhadap jenis produk. KT 50 dan KT 90 pada uji bioefikasi diperoleh dengan menggunakan analisis probit. Adapun diagram alir pada penelitian ini yaitu :



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

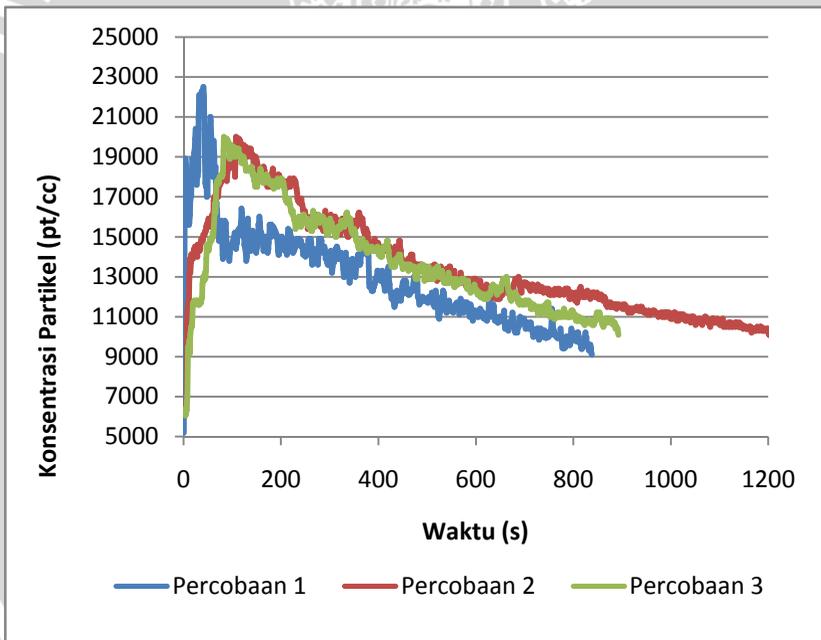
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



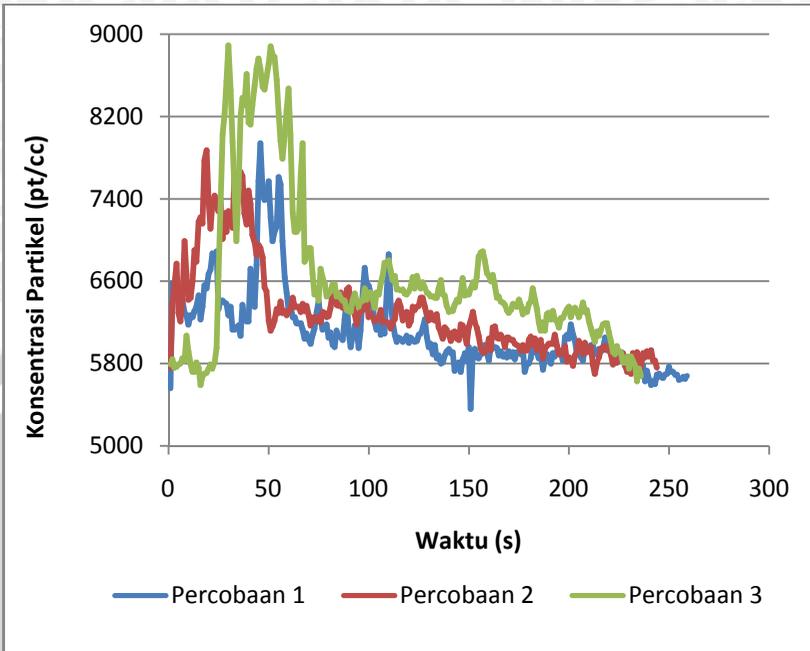
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Faktor Emisi Insektisida *One Push Aerosol*

Faktor emisi dipengaruhi oleh konsentrasi total partikel (C), laju aliran aerosol (v), dan luas penampang mulut katup (A). Yang pertama dilakukan pengukuran konsentrasi partikel terhadap 3 produk obat nyamuk *one push aerosol* kemudian dibandingkan berdasarkan waktu penyemprotannya yaitu pada awal penyemprotan dan setelah 1 jam penyemprotan sehingga diketahui perbedaan nilai kedua waktu tersebut. Data dari hasil pengukuran konsentrasi partikel dipresentasikan dalam bentuk grafik seperti di bawah ini.



Gambar 4.1 Konsentrasi Partikel insektisida *one push aerosol* pada produk C pada awal penyemprotan



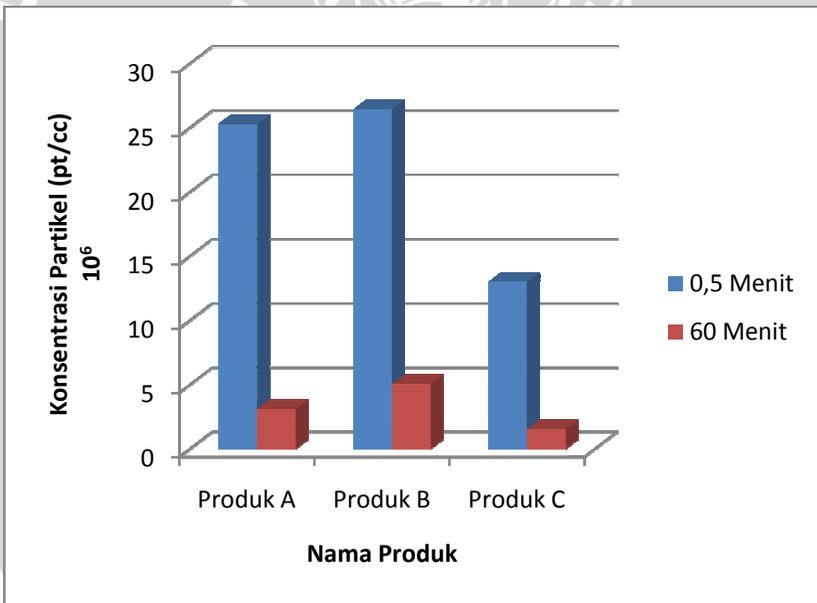
Gambar 4.2 Konsentrasi partikel insektisida *one push aerosol* pada produk C setelah 1 jam penyemprotan

Rata-rata pada konsentrasi partikel pada penyemprotan awal (gambar 4.1) terlihat garis yang memuncak hal ini disebabkan partikel yang dikeluarkan oleh produk segera membentuk partikel yang lebih kecil pada waktu-waktu tertentu sehingga intensitas partikel yang tertangkap oleh *partikel counter* mengalami kenaikan hingga membentuk puncak dan kemudian mengalami penurunan secara perlahan yang disebabkan oleh jumlah partikel yang terdapat pada *glass chamber* telah terhisap ke dalam *particle counter*.

Untuk penyemprotan partikel setelah 1 jam (gambar 4.2), rata-rata garisnya melandai atau cenderung konstan yang disebabkan *particle counter* tidak banyak menghisap partikel yang terdapat pada *glass chamber* karena sebagian besar partikel tersebut mengalami deposisi (penempelan partikel pada permukaan) atau mengalami penggabungan antara partikel satu dengan yang lainnya sehingga membentuk partikel yang lebih besar dan tidak dapat tertangkap oleh *particle counter*. Pada

gambar 4.1 terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyerap partikel pun relatif singkat dibandingkan dengan gambar 4.2 hal ini disebabkan *particle counter* lebih banyak menyerap partikel yang berukuran *fine* yang terakumulasi di udara dalam *glass chamber* pada penyemprotan awal dibandingkan dengan setelah 1 jam penyemprotan.

Dari grafik diatas kemudian dimasukkan pada persamaan 3.1 dengan menggunakan program origin maka didapat nilai total konsentrasi partikel setiap produk insektisida *one push aerosol*. Gambar 4.3 menunjukkan nilai total konsentrasi partikel yang dihasilkan produk insektisida *one push aerosol* dengan pendiaman partikel yang berbeda pada awal penyemprotan dan setelah 1 jam penyemprotan untuk mengetahui bahwa waktu mempengaruhi total konsentrasi pada setiap produk juga setiap produk memiliki konsentrasi yang berbeda.



Gambar 4.3 Konsentrasi total partikel insektisida *one push aerosol*

Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa produk B memiliki nilai rata-rata konsentrasi total yang tertinggi dibandingkan produk lainnya yaitu bernilai $2,65 \times 10^7 \pm 7,06 \times 10^5$ pt/cc pada awal penyemprotan dan $5,07 \times 10^6 \pm$

$9,6 \times 10^5$ pt/cc setelah 1 jam penyemprotan. Hal ini disebabkan setiap produk memiliki daya semprot yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh cairan yang disimpan (propelan) dan memiliki tekanan yang sangat tinggi yang digunakan untuk mendorong cairan bahan aktif keluar dari kaleng produk uji coba (Djojsumarto, panut. 2012) sehingga partikel yang keluar dari mulut tabung juga memiliki nilai konsentrasi yang berbeda-beda meskipun bahan aktif yang terkandung sama. Semakin tinggi daya semprot maka nilai konsentrasi yang dikeluarkan semakin tinggi pula. Semprotan tersebut menghasilkan partikel-partikel yang sangat kecil dikarenakan bahan aktif yang terkandung dalam produk memiliki titik didih dibawah suhu kamar sehingga begitu keluar dari mulut tabung, produk tersebut akan segera menjadi gas (Djojsumarto, Panut. 2012).

Berikutnya adalah nilai laju aliran pada katup produk obat nyamuk *one push aerosol* yang juga dapat mempengaruhi nilai faktor emisi. Pada Tabel 4.1 berikut adalah hasil pengukuran laju aliran aliran pada 3 produk insektisida.

Tabel 4.1 Laju aliran pada katup insektisida *one push aerosol* pada ketiga jenis produk

| No | Nama Produk | \bar{v} (m/s) | δv (m/s) |
|----|-------------|-----------------|------------------|
| 1. | Produk A | 5,330 | 0,334 |
| 2. | Produk B | 4,670 | 0,818 |
| 3. | Produk C | 5,191 | 0,167 |

Dari data di atas terlihat bahwa laju aerosol yang keluar dari katup tabung aerosol yang paling cepat adalah pada produk A kemudian produk C dan yang paling lambat lajunya adalah produk B. Hal ini dikarenakan perbedaan tekanan bahan aktif dan propelan yang terkandung pada ketiga produk uji tersebut.

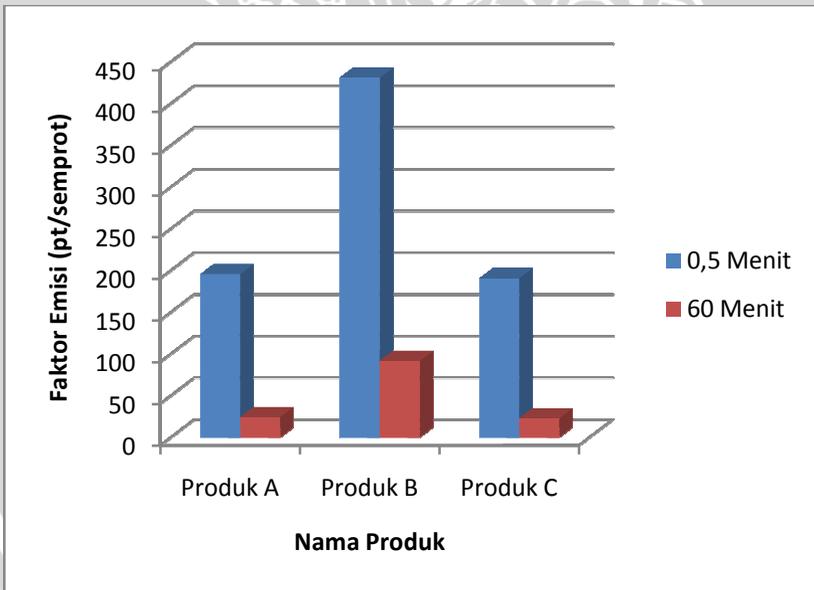
Luas penampang mulut katup tabung aerosol juga mempengaruhi nilai faktor emisi dari insektisida *one push aerosol* tersebut. Hal ini dikarenakan mulut katup sebagai tempat keluarnya aerosol sehingga mempengaruhi besarnya nilai faktor emisi . Luas penampang mulut katup ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Luas penampang mulut katup tabung 3 produk insektisida *one push aerosol*

| No. | Nama Produk | d rata-rata (cm) | d (cm) | Luas (cm ²) | Luas (cm ²) |
|-----|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. | Produk A | $4,30 \times 10^{-3}$ | $3,10 \times 10^{-4}$ | $1,45 \times 10^{-6}$ | $3,34 \times 10^{-8}$ |
| 2 | Produk B | $6,67 \times 10^{-3}$ | $5,43 \times 10^{-4}$ | $3,49 \times 10^{-6}$ | $3,34 \times 10^{-8}$ |
| 3. | Produk C | $6,33 \times 10^{-3}$ | $6,81 \times 10^{-4}$ | $3,15 \times 10^{-6}$ | $3,34 \times 10^{-8}$ |

Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai konsentrasi partikel adalah luas penampang mulut katup tabung. Dari tabel 4.2 diketahui bahwa luas penampang mulut katup produk B dan C tidak jauh berbeda sedangkan pada produk A sangat jauh berbeda.

Dari data konsentrasi total partikel (lampiran 5), data hasil pengukuran laju gas buang (tabel 4.1), dan luas penampang mulut katup (tabel 4.2) maka dengan menggunakan persamaan 3.8 akan didapat nilai faktor emisinya pada lampiran 6 yang diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik (4.4).



Gambar 4.4 Faktor Emisi

Dari gambar 4.4 terdapat perbedaan faktor emisiyang sangat signifikan pada awal penyemprotandan setelah 1 jam

penyemprotan untuk setiap produk, hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Salah satunya adalah karena adanya peristiwa deposisi yaitu menempelnya partikel pada permukaan *glass chamber* sehingga partikel-partikel yang menempel tersebut tidak dapat terstimulasi oleh udara dengan baik yang mengakibatkan tidak dapat tertangkapnya partikel oleh *particle counter*. Perbedaan nilai faktoremisi tersebut juga dapat dikarenakan adanya penumpukan partikel-partikel kecil menjadi ukuran yang lebih besar sehingga tidak dapat tersedot oleh *particle counter*. Peristiwa tersebut apabila diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari dengan menggunakan bahan aktif yang berbahaya atau tidak sesuai dengan dosis aman dapat berakibat buruk pada lingkungan sekitar dikarenakan bahan aktif yang terkandung dalam insektisida tersebut tidak terstimulasi dengan benar-benar baik oleh udara. Dan apabila insektisida uji tersebut diaplikasikan secara berlebihan dengan pemakaian yang terus menerus pada lingkungan sekitar mengingat sifat bahan aktif yang terkandung pada produk uji (bersifat persistensi) dapat membahayakan manusia apabila terkena secara langsung (Zollner, G; Orshan, L. 2011).

Selain itu yang mempengaruhi nilai faktor emisi pada ketiga produk tersebut berbeda secara signifikan selain konsentrasi total partikel (C) adalah nilai laju gas buang produk (v) dan luas penampang mulut katup (A) sesuai dengan persamaan 3.8. Pada produk B memiliki faktor emisi yang sangat tinggi atau setiap semprotannya menghasilkan sejumlah partikel yang cukup besar dibandingkan dengan produk yang lainnya yaitu $4,31 \times 10^2 \pm 7,40 \times 10^1$ pt/semprot pada awal penyemprotan dan $9,17 \times 10^1 \pm 1,96 \times 10^0$ pt/semprot setelah 1 jam penyemprotan dibandingkan dengan produk A yaitu $1,95 \times 10^2 \pm 1,71 \times 10^1$ pt/semprot pada awal penyemprotan dan $2,43 \times 10^1 \pm 1,75 \times 10^0$ pt/semprot setelah 1 jam penyemprotan sedangkan pada produk C memiliki faktor emisi $1,89 \times 10^2 \pm 7,54 \times 10^1$ pt/semprot pada awal penyemprotan dan $2,28 \times 10^1 \pm 4,00 \times 10^0$ pt/semprot setelah 1 jam penyemprotan dikarenakan luas penampang mulut katup dan laju gas buang pada produk B cukup besar dibandingkan dengan produk lainnya. Sedangkan faktor emisi pada produk A dan C tidak terlalu berbeda secara signifikan meskipun produk A memiliki konsentrasi total

partikel yang lebih besar dibandingkan produk C dikarenakan luas mulut katup pada produk C jauh lebih besar dibandingkan dengan produk A apabila mengacu pada persamaan 3.8 dimana faktor emisi (E_f) dipengaruhi oleh konsentrasi partikel (C), laju gas buang produk insektisida (v), dan luas mulut katup (A).

4.2 Bioefikasi Insektisida *One Push Aerosol*

Pada standar pengukuran bioefikasi insektisida *one push aerosol* ditentukan dari persentase kematian nyamuk uji setelah disimpan (holding), yang diberi paparan insektisida *one push aerosol*, selama 24 jam. Hasil uji bioefikasi 3 macam obat nyamuk semprot (*one push aerosol*) terhadap *Aedes aegypti* dengan metode *glass chamber* untuk setiap waktu yang telah ditentukan (Widiarti, 1997) disajikan dalam bentuk Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Persentase nyamuk *Aedes aegypti* mati serta *knock-down time* 50 (KT 50) serta KT 90 hasil uji bioefikasi insektisida *one push aerosol* menggunakan *glass chamber* pada awal penyemprotan

| Jenis Obat Nyamuk | Suhu Udara (°C) | Tekanan Udara (kPa) | Rata-rata (menit)* | | Persentase (%) Nyamuk Mati |
|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------|----------------------------|
| | | | KT 50 | KT 90 | |
| Produk A | 27 | 104 | 0,177 | 0,983 | 100,0 |
| Produk B | 26 | 103,9 | 0,256 | 1,155 | 100,0 |
| Produk C | 27 | 104 | 0,552 | 1,409 | 100,0 |

*Prakiraan menggunakan analisa probit, taraf kepercayaan 0,05%

Tabel 4.4 Persentase nyamuk *Aedes aegypti* pingsan dan mati serta *knock-down time* 50 (KT 50) serta KT 90 hasil uji bioefikasi insektisida *one push aerosol* menggunakan *glass chamber* setelah 1 jam penyemprotan

| Jenis Obat Nyamuk | Suhu Udara (°C) | Tekanan Udara (kPa) | Rata-rata (menit)* | | Persentase (%) Nyamuk Mati |
|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------|----------------------------|
| | | | KT 50 | KT 90 | |
| Produk A | 27 | 104 | 9,54 | 24,36 | 100,0 |
| Produk B | 27 | 104,1 | 13,19 | 31,32 | 100,0 |
| Produk C | 27 | 104 | 21,28 | 47,79 | 100,0 |

*Prakiraan menggunakan analisa probit, taraf kepercayaan 0,05%

Tabel 4.3 dan tabel 4.4 menunjukkan bahwa produk A merupakan produk insektisida paling cepat dalam melumpuhkan nyamuk daripada produk uji lainnya. Pada awal penyemprotan, KT 50 (konsentrasi obat yang efeknya separuh dari maksimum) dan KT 90 (konsentrasi obat yang efeknya 90% dari maksimum) pada produk A mencapai 0,177 menit dan 0,983 menit dengan kematian 100%. Sedangkan pada setelah 1 jam penyemprotan, KT 50 dan KT 90 pada produk A meningkat tajam yaitu 9,54 menit dan 24,36 menit juga dengan kematian 100%. Perbedaan waktu yang sangat signifikan tersebut dikarenakan adanya perbedaan kandungan bahan aktif, jenis bahan aktif serta faktor emisi yang dihasilkan produk insektisida tersebut.

Lumpuhnya nyamuk *Aedes aegypti* dikarenakan bahan aktif yang terkandung dalam obat nyamuk uji adalah transfluthrin dan metofluthrin yang bersifat piretroid. Titik tangkap insektisida pada serangga biasanya berupa enzim atau protein. Titik tangkap insektisida piretroid adalah system saraf karena termasuk racun axonik (racun terhadap sistem saraf). Piretroid terikat pada suatu protein dalam saraf yang dikenal sebagai *voltage-gated sodium channel*. Pada keadaan normal protein ini membuka untuk memberikan rangsangan pada saraf dan menutup untuk menghentikan sinyal saraf. Piretroid terikat pada protein tersebut dan mencegah penutupan secara normal yang menghasilkan rangsangan saraf yang berkelanjutan. Hal ini yang mengakibatkan tremor dan gerakan inkoordinasi pada serangga yang keracunan (Sigit, *et al.* 2006).

4.3 Hubungan Faktor Emisi Terhadap Bioefikasi Insektisida *One Push Aerosol*

Dari tabel 4.3 dan tabel 4.4 terlihat bahwa produk A dengan bahan aktif transfluthrin 21,3% merupakan yang paling cepat dalam melumpuhkan nyamuk *Aedes aegypti* daripada produk uji lainnya yaitu produk B (metofluthrin 3,5%) dan produk C (transfluthrin 25%). Sehingga dapat terlihat meskipun produk B memiliki faktor emisi yang lebih besar yaitu $4,311 \times 10^2 \pm 7,40 \times 10^1$ pt/semprot pada awal penyemprotan dan $9,17 \times 10^1 \pm 1,96 \times 10^0$ setelah 1 jam penyemprotan hanya dapat melumpuhkan nyamuk selama 15 sekon pada KT 50 sedangkan produk A dengan faktor emisi $1,95 \times 10^2 \pm 1,71 \times 10^1$ pt/semprot pada awal penyemprotan dan $2,43 \times 10^1 \pm$

$4,00 \times 10^1$ pt/semprot setelah 1 jam penyemprotan, produk A dapat melumpuhkan nyamuk selama 11 sekon pada KT 50 hal ini dikarenakan perbedaan kandungan bahan aktif yang terkandung dalam produk. Sedangkan apabila produk A dibandingkan dengan produk C yang memiliki bahan aktif yang sama dengan kandungan yang lebih besar lebih cepat dalam melumpuhkan nyamuk yaitu 33 sekon pada KT 50 untuk produk C dikarenakan faktor emisi yang dikeluarkan oleh produk A lebih besar daripada produk C ($1,89 \times 10^2 \pm 7,54 \times 10^1$ pt/semprot pada awal penyemprotan dan $2,28 \times 10^1 \pm 4,00 \times 10^0$ pt/semprot setelah 1 jam penyemprotan). Produk B juga lebih ampuh dalam melumpuhkan nyamuk dibandingkan produk C dikarenakan produk B memiliki faktor emisi yang jauh lebih besar dibandingkan produk C.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah produk yang memiliki Faktor Emisi pada pendiaman partikel 0,5 menit dan 60 menit yang tertinggi adalah produk B yaitu $8,81 \times 10^2 \pm 3,24 \times 10^1$ pt/semprot dan $9,17 \times 10^1 \pm 1,96 \times 10^0$ pt/semprot dibandingkan dengan produk lainnya yaitu produk A ($2,36 \times 10^2 \pm 1,61 \times 10^1$ pt/semprot dan $2,43 \times 10^1 \pm 1,75 \times 10^0$ pt/semprot) dan Produk C ($2,06 \times 10^2 \pm 5,59 \times 10^1$ pt/semprot dan $2,28 \times 10^1 \pm 4,00 \times 10^0$ pt/semprot)..

Uji bioefikasi 3 jenis obat nyamuk menggunakan *glass chamber* setelah disimpan 24 jam menghasilkan rata-rata persentase kematian nyamuk *Aedes aegypti* seluruhnya sama yaitu 100%. Nilai Knock-Down Time 50 (KT 50) dan KT 90 berbeda. KT 50 dan KT 90 yang paling cepat adalah pada produk A pada seluruh waktu pendiaman partikel dibandingkan produk uji lainnya.

Besarnya nilai Faktor Emisi dan kadar bahan aktif yang tertera pada produk berpengaruh pada waktu kematian nyamuk *Aedes aegypti*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperlukan adanya saran untuk mengembangkan dan melengkapi penelitian ini yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian terhadap insektisida yang mengandung zat aktif yang sama dengan konsentrasi berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi jenis nyamuk yang digunakan agar dapat diketahui pertahanan atau resistensi nyamuk terhadap obat nyamuk *one push aerosol*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Biswas, P. 2009. *Measurement and Capture of Fine and Ultrafine Particles from a Pilot-Scale Pulverized Coal Combustion with an Electrostatic Precipitator*. J. Air&Waste Manage. Assoc.
- Djojosemarto, Panut. 2012. <http://www.google.co.id/Panduan-Lengkap-Pestisida-Dan-Aplikasinya.html>. (Diakses pada tanggal 3 Agustus 2013)
- EPA. 1996. Particulate Matter. Environmental Protection Agency, org. USA
- Ganiswara, S.G., Setiabudi, R., Suyatna, F.D., Purwastyastuti, Nafrialdi. 1995. *Farmakologi dan Terapi* (Edisi 4). Bagian Farmakologi FK UI: Jakarta
- Heller, J.L. 2010. *Insectisida Poisoning*. Medline plus. English.
- Kurnianti, Novik. 2013. www.google.co.id/Petunjuk_Aplikasi_Pestisida.html.(Diakses pada tanggal 3 Agustus 2013)
- Innovation, T.S. 2009. *P-Trak Ultrafine Particle Counter Model 8525*. Trust Science Innovation. USA.
- Lucas, JR; Shono, Y; Iwasaki, T; Ishiwatari, T; Spero, N; Benzon, G. 2007. *Journal of the American Mosquito Control Association*. Laboratory and field trials of metofluthrin (SumiOne) emanators for reducing mosquito biting outdoors. US. 23(1): 47-54
- M, Sugono. 2005. The biological activity of a novel pyrethroid :Metofluthrin. Sumitomo Chemical Co., Ltd., Hyogo. Japan
- Sigit SH, Koesharto FX, Hadi UK, Gunandini DJ, Soviana S, Wirawan IA, Chalidaputra M, Rivai M, Priyambodo, Yusuf S dan Utomo S. 2006. *Hama Pemukiman Indonesia. Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian*. Bogor. Penerbit Unit

Kajian Pengendalian Hama Pemukiman. Fakultas Kedokteran Hewan IPB.

Staf pengajar Farmakologi. 1995. Absorpsi dan Ekskresi. Bagian Farmakologi FK UNLAM: Banjarbaru.

T, Nazimek. et al. Content of Transfluthin. Departement of Toxicology, Institute of Rural health. Lublin. Poland.

Valley, S. J. 2012. Emission Factor. N. S. F. Office, Air Pollution Control District. California.

Widiarti, dkk. 1997. *Uji Bioefikasi Beberapa Insektisida Rumah Tangga terhadap Nyamuk Vektor Demam Berdarah*. Stasiun Penelitian Vektor Penyakit, Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Salatiga.

Womack, M. 1993. *The yellow fever mosquito, Aedes aegypti*. Wing Beats. Florida

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. 1, McGraw-Hill Education. New York.

Zoolner, G; Orshan, L. 2011. *Journal of the Society for vector Ecology*. Evaluation of metofluthrin fan vaporizer device against phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a cutaneous leishmaniasis focus in the judean Desert. Israel. 36 Suppl: S157-65

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Konsentrasi total partikel produk A pada pendiaman 60 menit

| Percobaan 1 | | Percobaan 2 | | Percobaan 3 | |
|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------|
| Time | Pt C | Time | Pt C | Time | Pt C |
| 1 | 8330 | 1 | 6340 | 1 | 6570 |
| 2 | 9370 | 2 | 6350 | 2 | 6600 |
| 3 | 9630 | 3 | 6280 | 3 | 6600 |
| 4 | 9670 | 4 | 6060 | 4 | 6590 |
| 5 | 9690 | 5 | 6160 | 5 | 6780 |
| 6 | 9740 | 6 | 6410 | 6 | 6790 |
| 7 | 9790 | 7 | 6810 | 7 | 6800 |
| 8 | 9980 | 8 | 7050 | 8 | 6850 |
| 9 | 9910 | 9 | 6990 | 9 | 6870 |
| 10 | 9860 | 10 | 7000 | 10 | 6900 |
| 11 | 9950 | 11 | 7670 | 11 | 6900 |
| 12 | 10000 | 12 | 7680 | 12 | 7000 |
| 13 | 9940 | 13 | 7890 | 13 | 7100 |
| 14 | 9860 | 14 | 8720 | 14 | 7100 |
| 15 | 9740 | 15 | 8900 | 15 | 7280 |
| 16 | 9750 | 16 | 8630 | 16 | 7230 |
| 17 | 9660 | 17 | 8770 | 17 | 7560 |
| 18 | 9660 | 18 | 8530 | 18 | 7680 |
| 19 | 9600 | 19 | 8840 | 19 | 7700 |
| 20 | 9560 | 20 | 9800 | 20 | 7690 |
| 21 | 9510 | 21 | 9870 | 21 | 7700 |
| 22 | 9800 | 22 | 10500 | 22 | 7870 |
| 23 | 9810 | 23 | 11200 | 23 | 7890 |
| 24 | 9690 | 24 | 10800 | 24 | 7900 |
| 25 | 9790 | 25 | 9680 | 25 | 7900 |
| 26 | 9750 | 26 | 9220 | 26 | 7900 |
| 27 | 9920 | 27 | 8660 | 27 | 7720 |

| | | | | | |
|----|------|----|------|----|------|
| 28 | 9750 | 28 | 8410 | 28 | 7700 |
| 29 | 9800 | 29 | 8500 | 29 | 7840 |
| 30 | 9730 | 30 | 8460 | 30 | 8380 |
| 31 | 9640 | 31 | 8600 | 31 | 8670 |
| 32 | 9710 | 32 | 9030 | 32 | 8400 |
| 33 | 9610 | 33 | 9110 | 33 | 8080 |
| 34 | 9760 | 34 | 9150 | 34 | 8300 |
| 35 | 9690 | 35 | 8740 | 35 | 9100 |
| 36 | 9720 | 36 | 8610 | 36 | 9090 |
| 37 | 9640 | 37 | 8490 | 37 | 8730 |
| 38 | 9760 | 38 | 8630 | 38 | 8670 |
| 39 | 9800 | 39 | 8890 | 39 | 8270 |
| 40 | 9800 | 40 | 9180 | 40 | 8180 |
| 41 | 9620 | 41 | 9100 | 41 | 8140 |
| 42 | 9650 | 42 | 8730 | 42 | 8110 |
| 43 | 9680 | 43 | 8690 | 43 | 8160 |
| 44 | 9700 | 44 | 8810 | 44 | 8150 |
| 45 | 9800 | 45 | 9600 | 45 | 8280 |
| 46 | 9820 | 46 | 8910 | 46 | 8170 |
| 47 | 9770 | 47 | 9140 | 47 | 8200 |
| 48 | 9770 | 48 | 8820 | 48 | 8130 |
| 49 | 9750 | 49 | 8880 | 49 | 7980 |
| 50 | 9680 | 50 | 8930 | 50 | 8050 |
| 51 | 9690 | 51 | 8850 | 51 | 8150 |
| 52 | 9480 | 52 | 8540 | 52 | 8040 |
| 53 | 9760 | 53 | 8720 | 53 | 7910 |
| 54 | 9790 | 54 | 8060 | 54 | 8120 |
| 55 | 9600 | 55 | 8170 | 55 | 8070 |
| 56 | 9620 | 56 | 8160 | 56 | 7860 |
| 57 | 9520 | 57 | 7850 | 57 | 7600 |
| 58 | 9750 | 58 | 7800 | 58 | 7650 |
| 59 | 9680 | 59 | 7740 | 59 | 7570 |
| 60 | 9830 | 60 | 7760 | 60 | 7660 |

| | | | | | |
|----|------|----|------|----|------|
| 61 | 9470 | 61 | 8360 | 61 | 7840 |
| 62 | 9600 | 62 | 8700 | 62 | 7830 |
| 63 | 9460 | 63 | 8520 | 63 | 7820 |
| 64 | 9560 | 64 | 8500 | 64 | 7870 |
| 65 | 9540 | 65 | 8490 | 65 | 7930 |
| 66 | 9570 | 66 | 8390 | 66 | 7960 |
| 67 | 9620 | 67 | 8390 | 67 | 7780 |
| 68 | 9640 | 68 | 8250 | 68 | 7760 |
| 69 | 9760 | 69 | 8110 | 69 | 7700 |
| 70 | 9650 | 70 | 8070 | 70 | 7610 |
| 71 | 9670 | 71 | 8040 | 71 | 7740 |
| 72 | 9740 | 72 | 8020 | 72 | 7740 |
| 73 | 9660 | 73 | 8000 | 73 | 7850 |
| 74 | 9610 | 74 | 8000 | 74 | 7850 |
| 75 | 9690 | 75 | 8160 | 75 | 7990 |
| 76 | 9560 | 76 | 8340 | 76 | 8010 |
| 77 | 9520 | 77 | 8140 | 77 | 7890 |
| 78 | 9490 | 78 | 8250 | 78 | 7710 |
| 79 | 9550 | 79 | 7740 | 79 | 7780 |
| 80 | 9520 | 80 | 7610 | 80 | 7910 |
| 81 | 9550 | 81 | 7680 | 81 | 8030 |
| 82 | 9420 | 82 | 7610 | 82 | 8050 |
| 83 | 9670 | 83 | 7620 | 83 | 7750 |
| 84 | 9600 | 84 | 7630 | 84 | 7720 |
| 85 | 9580 | 85 | 7550 | 85 | 7800 |
| 86 | 9530 | 86 | 7670 | 86 | 7690 |
| 87 | 9450 | 87 | 7890 | 87 | 7740 |
| 88 | 9420 | 88 | 7900 | 88 | 7760 |
| 89 | 9410 | 89 | 7820 | 89 | 7850 |
| 90 | 9530 | 90 | 7500 | 90 | 7880 |
| 91 | 9690 | 91 | 7800 | 91 | 7840 |
| 92 | 9440 | 92 | 7820 | 92 | 7800 |
| 93 | 9380 | 93 | 7760 | 93 | 7720 |

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 94 | 9240 | 94 | 7940 | 94 | 7900 |
| 95 | 9320 | 95 | 8050 | 95 | 7850 |
| 96 | 9400 | 96 | 8190 | 96 | 7770 |
| 97 | 9540 | 97 | 8020 | 97 | 7800 |
| 98 | 9490 | 98 | 7870 | 98 | 8270 |
| 99 | 9600 | 99 | 8240 | 99 | 8370 |
| 100 | 9560 | 100 | 8310 | 100 | 7950 |
| 101 | 9720 | 101 | 8380 | 101 | 7790 |
| 102 | 9440 | 102 | 8330 | 102 | 7740 |
| 103 | 9300 | 103 | 7960 | 103 | 7810 |
| 104 | 9370 | 104 | 7840 | 104 | 7710 |
| 105 | 9340 | 105 | 7870 | 105 | 7660 |
| 106 | 9510 | 106 | 7770 | 106 | 7620 |
| 107 | 9360 | 107 | 7730 | 107 | 7590 |
| 108 | 9420 | 108 | 7570 | 108 | 7550 |
| 109 | 9300 | 109 | 7570 | 109 | 7640 |
| 110 | 9340 | 110 | 7670 | 110 | 7580 |
| 111 | 9510 | 111 | 8020 | 111 | 7680 |
| 112 | 9450 | 112 | 7960 | 112 | 7660 |
| 113 | 9250 | 113 | 8070 | 113 | 7710 |
| 114 | 9340 | 114 | 7980 | 114 | 7600 |
| 115 | 9400 | 115 | 7830 | 115 | 7640 |
| 116 | 9480 | 116 | 7920 | 116 | 7400 |
| 117 | 9670 | 117 | 7890 | 117 | 7370 |
| 118 | 9550 | 118 | 8280 | 118 | 7590 |
| 119 | 9540 | 119 | 8050 | 119 | 7690 |
| 120 | 9470 | 120 | 7700 | 120 | 7710 |
| 121 | 9500 | 121 | 7760 | 121 | 7650 |
| 122 | 9530 | 122 | 7570 | 122 | 7560 |
| 123 | 9620 | 123 | 7610 | 123 | 7460 |
| 124 | 9570 | 124 | 7450 | 124 | 7640 |
| 125 | 9560 | 125 | 7530 | 125 | 7680 |
| 126 | 9510 | 126 | 7290 | 126 | 7750 |

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 127 | 9530 | 127 | 7620 | 127 | 7680 |
| 128 | 9420 | 128 | 7540 | 128 | 7640 |
| 129 | 9490 | 129 | 7420 | 129 | 7740 |
| 130 | 9500 | 130 | 7560 | 130 | 7660 |
| 131 | 9520 | 131 | 7460 | 131 | 7580 |
| 132 | 9580 | 132 | 7360 | 132 | 7670 |
| 133 | 9450 | 133 | 7360 | 133 | 7680 |
| 134 | 9340 | 134 | 7390 | 134 | 7810 |
| 135 | 9470 | 135 | 7430 | 135 | 8140 |
| 136 | 9510 | 136 | 7380 | 136 | 8010 |
| 137 | 9440 | 137 | 7470 | 137 | 7940 |
| 138 | 9350 | 138 | 7550 | 138 | 8020 |
| 139 | 9430 | 139 | 7480 | 139 | 8090 |
| 140 | 9390 | 140 | 7590 | 140 | 7900 |
| 141 | 9520 | 141 | 7500 | 141 | 7730 |
| 142 | 9510 | 142 | 7590 | 142 | 7790 |
| 143 | 9510 | 143 | 7570 | 143 | 7600 |
| 144 | 9480 | 144 | 7620 | 144 | 7650 |
| 145 | 9570 | 145 | 7640 | 145 | 7440 |
| 146 | 9530 | 146 | 7640 | 146 | 7610 |
| 147 | 9360 | 147 | 7580 | 147 | 7490 |
| 148 | 9430 | 148 | 7420 | 148 | 7700 |
| 149 | 9560 | 149 | 7510 | 149 | 7680 |
| 150 | 9520 | 150 | 7560 | 150 | 7610 |
| 151 | 9380 | 151 | 7540 | 151 | 7570 |
| 152 | 9470 | 152 | 7560 | 152 | 7640 |
| 153 | 9460 | 153 | 7680 | 153 | 7690 |
| 154 | 9500 | 154 | 7580 | 154 | 7930 |
| 155 | 9620 | 155 | 7640 | 155 | 7870 |
| 156 | 9720 | 156 | 7680 | 156 | 7780 |
| 157 | 9630 | 157 | 7660 | 157 | 7910 |
| 158 | 9590 | 158 | 7680 | 158 | 7790 |
| 159 | 9560 | 159 | 7640 | 159 | 7680 |

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 160 | 9430 | 160 | 7550 | 160 | 7670 |
| 161 | 9350 | 161 | 7640 | 161 | 7750 |
| 162 | 9180 | 162 | 7610 | 162 | 7750 |
| 163 | 9350 | 163 | 7480 | 163 | 7720 |
| 164 | 9280 | 164 | 7380 | 164 | 7740 |
| 165 | 9510 | 165 | 7460 | 165 | 7650 |
| 166 | 9400 | 166 | 7550 | 166 | 7740 |
| 167 | 9470 | 167 | 7500 | 167 | 7840 |
| 168 | 9480 | 168 | 7480 | 168 | 7740 |
| 169 | 9550 | 169 | 7470 | 169 | 7850 |
| 170 | 9420 | 170 | 7450 | 170 | 7800 |
| 171 | 9420 | 171 | 7380 | 171 | 7870 |
| 172 | 9360 | 172 | 7270 | 172 | 7690 |
| 173 | 9400 | 173 | 7410 | 173 | 7650 |
| 174 | 9430 | 174 | 7350 | 174 | 7760 |
| 175 | 9330 | 175 | 7470 | 175 | 7660 |
| 176 | 9460 | 176 | 7440 | 176 | 7690 |
| 177 | 9420 | 177 | 7630 | 177 | 7600 |
| 178 | 9410 | 178 | 7480 | 178 | 7650 |
| 179 | 9320 | 179 | 7410 | 179 | 7570 |
| 180 | 9320 | 180 | 7510 | 180 | 7600 |
| 181 | 9240 | 181 | 7430 | 181 | 7500 |
| 182 | 9320 | 182 | 7570 | 182 | 7510 |
| 183 | 9280 | 183 | 7570 | 183 | 7420 |
| 184 | 9200 | 184 | 7550 | 184 | 7610 |
| 185 | 9270 | 185 | 7920 | 185 | 7640 |
| 186 | 9260 | 186 | 7840 | 186 | 7500 |
| 187 | 9340 | 187 | 7750 | 187 | 7570 |
| 188 | 9230 | 188 | 7820 | 188 | 7600 |
| 189 | 9250 | 189 | 7770 | 189 | 7630 |
| 190 | 9210 | 190 | 7770 | 190 | 7690 |
| 191 | 9160 | 191 | 7800 | 191 | 7770 |
| 192 | 9140 | 192 | 7710 | 192 | 7760 |

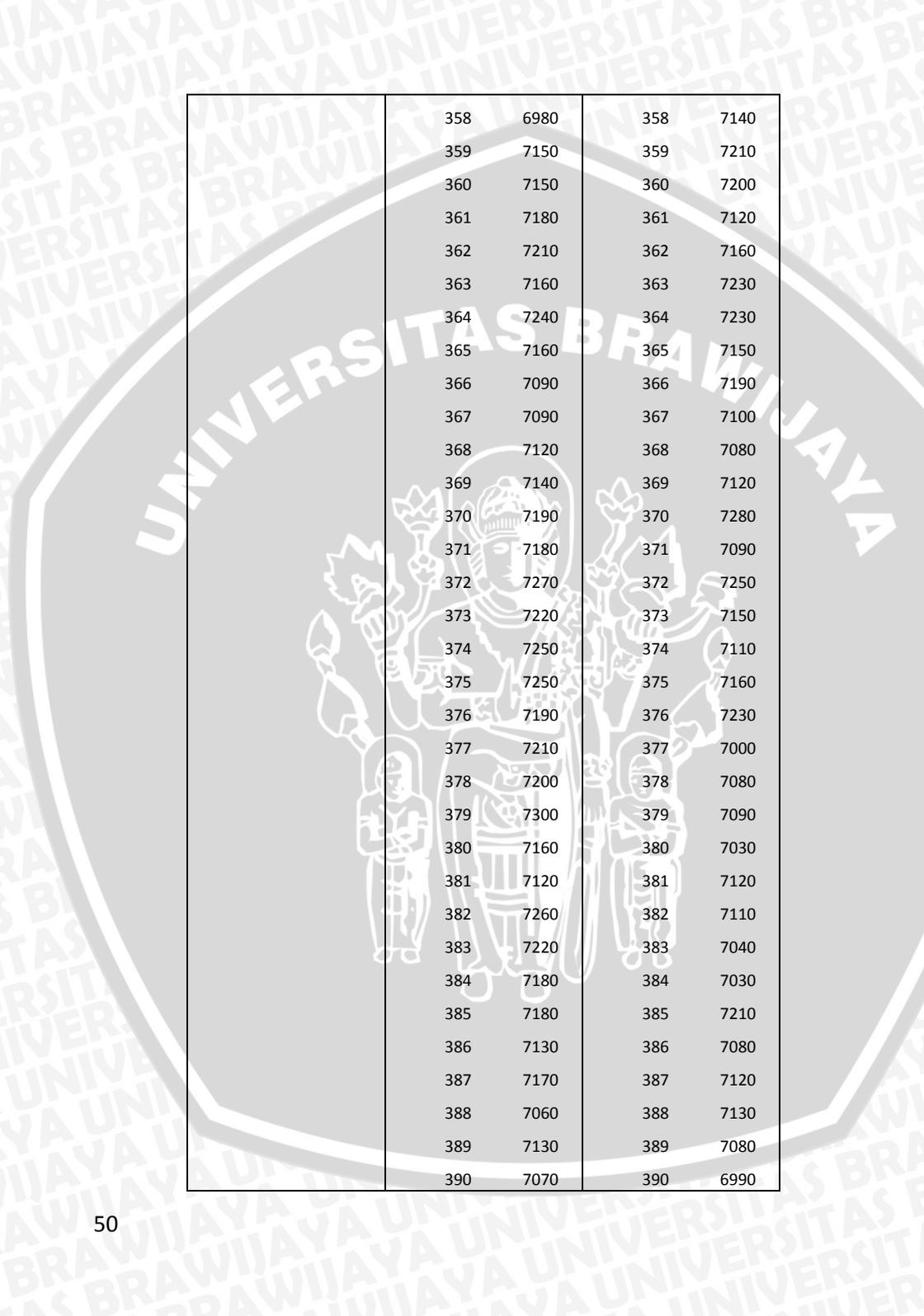
| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 193 | 9270 | 193 | 7650 | 193 | 7760 |
| 194 | 9180 | 194 | 7610 | 194 | 7740 |
| 195 | 9230 | 195 | 7520 | 195 | 7650 |
| 196 | 9330 | 196 | 7460 | 196 | 7570 |
| 197 | 9370 | 197 | 7550 | 197 | 7460 |
| 198 | 9430 | 198 | 7520 | 198 | 7500 |
| 199 | 9240 | 199 | 7470 | 199 | 7540 |
| 200 | 9260 | 200 | 7530 | 200 | 7440 |
| 201 | 9380 | 201 | 7560 | 201 | 7490 |
| 202 | 9250 | 202 | 7520 | 202 | 7540 |
| 203 | 9250 | 203 | 7390 | 203 | 7510 |
| 204 | 9420 | 204 | 7490 | 204 | 7570 |
| 205 | 9320 | 205 | 7290 | 205 | 7500 |
| 206 | 9360 | 206 | 7360 | 206 | 7500 |
| 207 | 9320 | 207 | 7450 | 207 | 7530 |
| 208 | 9240 | 208 | 7560 | 208 | 7490 |
| 209 | 9460 | 209 | 7560 | 209 | 7430 |
| 210 | 9420 | 210 | 7580 | 210 | 7520 |
| 211 | 9220 | 211 | 7570 | 211 | 7510 |
| 212 | 9470 | 212 | 7590 | 212 | 7470 |
| 213 | 9380 | 213 | 7550 | 213 | 7410 |
| 214 | 9350 | 214 | 7640 | 214 | 7580 |
| 215 | 9380 | 215 | 7660 | 215 | 7660 |
| 216 | 9180 | 216 | 7480 | 216 | 7470 |
| 217 | 9070 | 217 | 7350 | 217 | 7490 |
| 218 | 9200 | 218 | 7380 | 218 | 7570 |
| 219 | 9380 | 219 | 7320 | 219 | 7340 |
| 220 | 9310 | 220 | 7390 | 220 | 7280 |
| 221 | 9340 | 221 | 7400 | 221 | 7500 |
| 222 | 9320 | 222 | 7370 | 222 | 7470 |
| 223 | 9340 | 223 | 7470 | 223 | 7540 |
| 224 | 9410 | 224 | 7290 | 224 | 7590 |
| 225 | 9400 | 225 | 7260 | 225 | 7520 |

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 226 | 9410 | 226 | 7130 | 226 | 7530 |
| 227 | 9290 | 227 | 7100 | 227 | 7560 |
| 228 | 9420 | 228 | 7370 | 228 | 7630 |
| 229 | 9330 | 229 | 7480 | 229 | 7610 |
| 230 | 9390 | 230 | 7390 | 230 | 7700 |
| 231 | 9310 | 231 | 7450 | 231 | 7640 |
| 232 | 9250 | 232 | 7340 | 232 | 7620 |
| 233 | 9280 | 233 | 7560 | 233 | 7480 |
| 234 | 9350 | 234 | 7760 | 234 | 7320 |
| 235 | 9440 | 235 | 7660 | 235 | 7280 |
| 236 | 9370 | 236 | 7720 | 236 | 7400 |
| 237 | 9450 | 237 | 7460 | 237 | 7450 |
| 238 | 9400 | 238 | 7450 | 238 | 7380 |
| 239 | 9260 | 239 | 7440 | 239 | 7290 |
| 240 | 9330 | 240 | 7600 | 240 | 7360 |
| 241 | 9280 | 241 | 7490 | 241 | 7450 |
| 242 | 9280 | 242 | 7490 | 242 | 7430 |
| 243 | 9370 | 243 | 7590 | 243 | 7420 |
| 244 | 9330 | 244 | 7480 | 244 | 7540 |
| 245 | 9270 | 245 | 7520 | 245 | 7430 |
| 246 | 9290 | 246 | 7460 | 246 | 7480 |
| 247 | 9170 | 247 | 7370 | 247 | 7450 |
| 248 | 9060 | 248 | 7330 | 248 | 7530 |
| 249 | 9060 | 249 | 7180 | 249 | 7490 |
| 250 | 9150 | 250 | 7350 | 250 | 7590 |
| 251 | 9110 | 251 | 7290 | 251 | 7490 |
| 252 | 9130 | 252 | 7420 | 252 | 7470 |
| 253 | 9110 | 253 | 7460 | 253 | 7320 |
| 254 | 9110 | 254 | 7490 | 254 | 7520 |
| 255 | 9280 | 255 | 7500 | 255 | 7470 |
| 256 | 9190 | 256 | 7580 | 256 | 7620 |
| 257 | 9220 | 257 | 7580 | 257 | 7500 |
| 258 | 9190 | 258 | 8470 | 258 | 7330 |

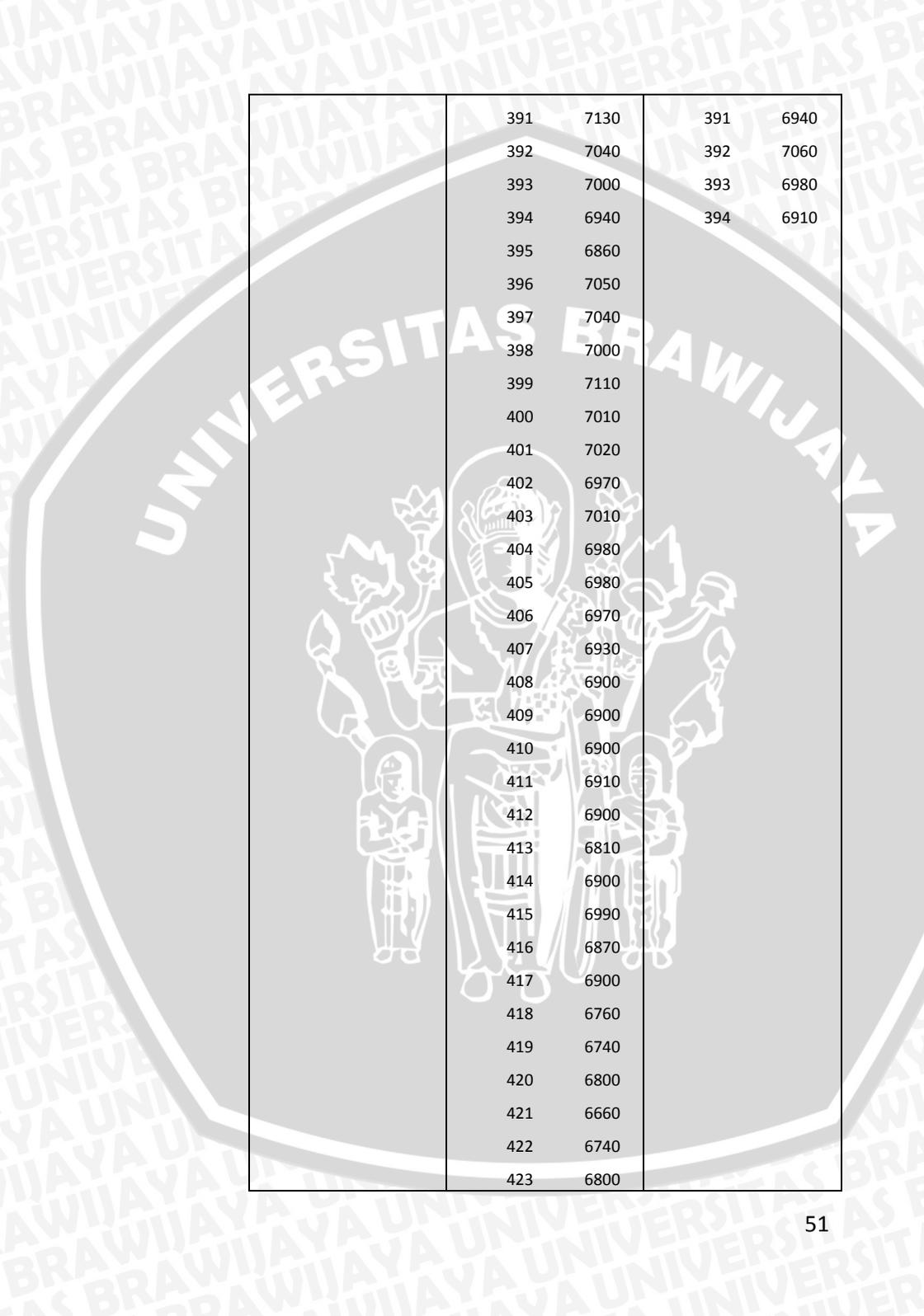
| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 259 | 9200 | 259 | 7450 | 259 | 7410 |
| 260 | 9230 | 260 | 7360 | 260 | 7370 |
| 261 | 9200 | 261 | 7330 | 261 | 7430 |
| 262 | 9140 | 262 | 7290 | 262 | 7480 |
| 263 | 9130 | 263 | 7400 | 263 | 7540 |
| 264 | 9090 | 264 | 7390 | 264 | 7340 |
| 265 | 9110 | 265 | 7340 | 265 | 7500 |
| 266 | 9100 | 266 | 7330 | 266 | 7360 |
| 267 | 9110 | 267 | 7300 | 267 | 7310 |
| 268 | 9200 | 268 | 7190 | 268 | 7350 |
| 269 | 9150 | 269 | 7260 | 269 | 7280 |
| 270 | 9160 | 270 | 7330 | 270 | 7260 |
| 271 | 9140 | 271 | 7400 | 271 | 7280 |
| 272 | 9150 | 272 | 7280 | 272 | 7350 |
| 273 | 9180 | 273 | 7150 | 273 | 7220 |
| 274 | 9080 | 274 | 7210 | 274 | 7360 |
| 275 | 9110 | 275 | 6970 | 275 | 7470 |
| 276 | 9090 | 276 | 6990 | 276 | 7310 |
| 277 | 9160 | 277 | 6970 | 277 | 7330 |
| 278 | 9110 | 278 | 7180 | 278 | 7420 |
| 279 | 9160 | 279 | 7350 | 279 | 7320 |
| 280 | 9130 | 280 | 7290 | 280 | 7390 |
| 281 | 9380 | 281 | 7390 | 281 | 7400 |
| 282 | 9150 | 282 | 7280 | 282 | 7220 |
| 283 | 9220 | 283 | 7300 | 283 | 7550 |
| 284 | 9280 | 284 | 7240 | 284 | 7630 |
| 285 | 9170 | 285 | 7230 | 285 | 7550 |
| 286 | 9150 | 286 | 7230 | 286 | 7420 |
| 287 | 9190 | 287 | 7240 | 287 | 7310 |
| 288 | 9160 | 288 | 7250 | 288 | 7390 |
| 289 | 9130 | 289 | 7260 | 289 | 7330 |
| 290 | 8900 | 290 | 7170 | 290 | 7460 |
| 291 | 9160 | 291 | 7140 | 291 | 7380 |

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 292 | 9060 | 292 | 7220 | 292 | 7450 |
| 293 | 9080 | 293 | 7310 | 293 | 7340 |
| 294 | 9160 | 294 | 7570 | 294 | 7450 |
| 295 | 9050 | 295 | 7940 | 295 | 7400 |
| 296 | 9060 | 296 | 7920 | 296 | 7430 |
| 297 | 9090 | 297 | 7650 | 297 | 7350 |
| 298 | 8790 | 298 | 7670 | 298 | 7430 |
| 299 | 8830 | 299 | 7580 | 299 | 7530 |
| 300 | 8810 | 300 | 7540 | 300 | 7400 |
| 301 | 9100 | 301 | 7160 | 301 | 7290 |
| 302 | 9130 | 302 | 7160 | 302 | 7440 |
| 303 | 9090 | 303 | 7560 | 303 | 7250 |
| 304 | 8800 | 304 | 7370 | 304 | 7480 |
| 305 | 8820 | 305 | 7230 | 305 | 7760 |
| 306 | 8860 | 306 | 7180 | 306 | 7530 |
| 307 | 8820 | 307 | 7230 | 307 | 7260 |
| 308 | 8820 | 308 | 7270 | 308 | 7140 |
| 309 | 8870 | 309 | 7280 | 309 | 7160 |
| 310 | 9050 | 310 | 7320 | 310 | 7200 |
| 311 | 8880 | 311 | 7350 | 311 | 7210 |
| 312 | 8830 | 312 | 7410 | 312 | 7240 |
| 313 | 8880 | 313 | 7280 | 313 | 7300 |
| 314 | 9040 | 314 | 7240 | 314 | 7300 |
| 315 | 8860 | 315 | 7330 | 315 | 7300 |
| 316 | 9080 | 316 | 7220 | 316 | 7240 |
| 317 | 9030 | 317 | 7220 | 317 | 7260 |
| 318 | 9440 | 318 | 7150 | 318 | 7230 |
| 319 | 9050 | 319 | 7070 | 319 | 7140 |
| 320 | 9400 | 320 | 7130 | 320 | 7250 |
| 321 | 8670 | 321 | 7060 | 321 | 7180 |
| 322 | 9400 | 322 | 7100 | 322 | 7220 |
| 323 | 8680 | 323 | 7050 | 323 | 7270 |
| 324 | 9580 | 324 | 7180 | 324 | 7280 |

| | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|
| 325 | 8520 | 325 | 7200 | 325 | 7130 |
| 326 | 9160 | 326 | 7150 | 326 | 7030 |
| 327 | 9080 | 327 | 7090 | 327 | 7200 |
| 328 | 8600 | 328 | 7200 | 328 | 7340 |
| 329 | 9450 | 329 | 7140 | 329 | 7280 |
| 330 | 8620 | 330 | 7050 | 330 | 7150 |
| 331 | 8640 | 331 | 7050 | 331 | 7240 |
| 332 | 9030 | 332 | 7050 | 332 | 7110 |
| 333 | 9070 | 333 | 6970 | 333 | 7250 |
| 334 | 8530 | 334 | 6950 | 334 | 7130 |
| 335 | 8690 | 335 | 7050 | 335 | 7200 |
| 336 | 8760 | 336 | 7150 | 336 | 7230 |
| 337 | 8610 | 337 | 7170 | 337 | 7220 |
| 338 | 9070 | 338 | 7080 | 338 | 7150 |
| 339 | 8640 | 339 | 7080 | 339 | 7190 |
| 340 | 8420 | 340 | 7040 | 340 | 7210 |
| 341 | 8540 | 341 | 7040 | 341 | 7150 |
| 342 | 8630 | 342 | 7300 | 342 | 7180 |
| 343 | 8470 | 343 | 7390 | 343 | 7240 |
| 344 | 8330 | 344 | 7210 | 344 | 7110 |
| | | 345 | 7250 | 345 | 7200 |
| | | 346 | 7170 | 346 | 7210 |
| | | 347 | 7300 | 347 | 7240 |
| | | 348 | 6960 | 348 | 7160 |
| | | 349 | 7220 | 349 | 7270 |
| | | 350 | 7130 | 350 | 7090 |
| | | 351 | 6970 | 351 | 7010 |
| | | 352 | 6850 | 352 | 7100 |
| | | 353 | 6740 | 353 | 7080 |
| | | 354 | 6870 | 354 | 7070 |
| | | 355 | 7070 | 355 | 7100 |
| | | 356 | 7180 | 356 | 7070 |
| | | 357 | 7080 | 357 | 7160 |



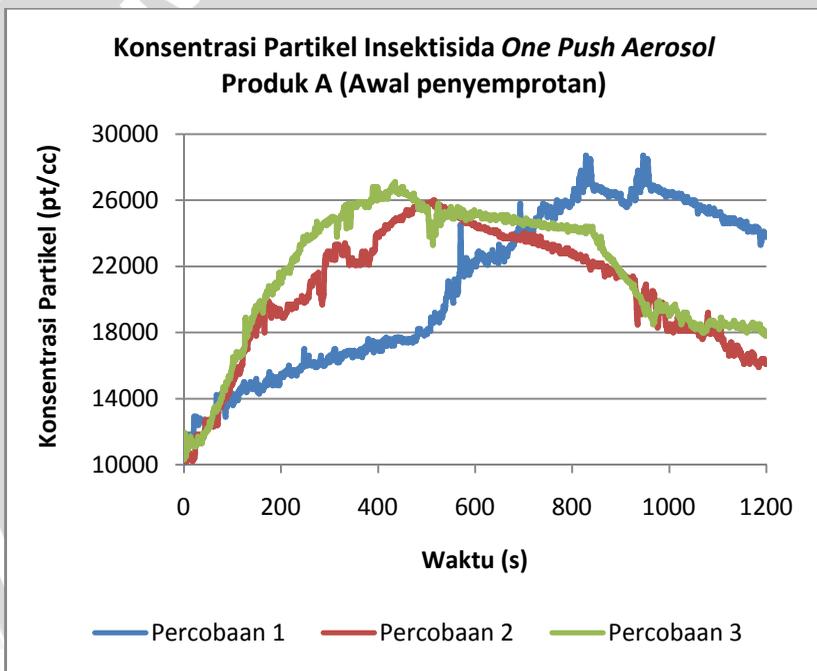
| | | | |
|-----|------|-----|------|
| 358 | 6980 | 358 | 7140 |
| 359 | 7150 | 359 | 7210 |
| 360 | 7150 | 360 | 7200 |
| 361 | 7180 | 361 | 7120 |
| 362 | 7210 | 362 | 7160 |
| 363 | 7160 | 363 | 7230 |
| 364 | 7240 | 364 | 7230 |
| 365 | 7160 | 365 | 7150 |
| 366 | 7090 | 366 | 7190 |
| 367 | 7090 | 367 | 7100 |
| 368 | 7120 | 368 | 7080 |
| 369 | 7140 | 369 | 7120 |
| 370 | 7190 | 370 | 7280 |
| 371 | 7180 | 371 | 7090 |
| 372 | 7270 | 372 | 7250 |
| 373 | 7220 | 373 | 7150 |
| 374 | 7250 | 374 | 7110 |
| 375 | 7250 | 375 | 7160 |
| 376 | 7190 | 376 | 7230 |
| 377 | 7210 | 377 | 7000 |
| 378 | 7200 | 378 | 7080 |
| 379 | 7300 | 379 | 7090 |
| 380 | 7160 | 380 | 7030 |
| 381 | 7120 | 381 | 7120 |
| 382 | 7260 | 382 | 7110 |
| 383 | 7220 | 383 | 7040 |
| 384 | 7180 | 384 | 7030 |
| 385 | 7180 | 385 | 7210 |
| 386 | 7130 | 386 | 7080 |
| 387 | 7170 | 387 | 7120 |
| 388 | 7060 | 388 | 7130 |
| 389 | 7130 | 389 | 7080 |
| 390 | 7070 | 390 | 6990 |



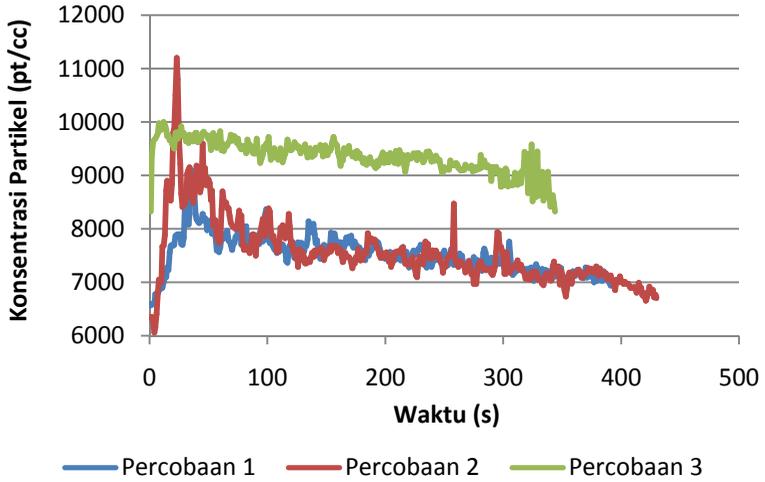
| | | | |
|-----|------|-----|------|
| 391 | 7130 | 391 | 6940 |
| 392 | 7040 | 392 | 7060 |
| 393 | 7000 | 393 | 6980 |
| 394 | 6940 | 394 | 6910 |
| 395 | 6860 | | |
| 396 | 7050 | | |
| 397 | 7040 | | |
| 398 | 7000 | | |
| 399 | 7110 | | |
| 400 | 7010 | | |
| 401 | 7020 | | |
| 402 | 6970 | | |
| 403 | 7010 | | |
| 404 | 6980 | | |
| 405 | 6980 | | |
| 406 | 6970 | | |
| 407 | 6930 | | |
| 408 | 6900 | | |
| 409 | 6900 | | |
| 410 | 6900 | | |
| 411 | 6910 | | |
| 412 | 6900 | | |
| 413 | 6810 | | |
| 414 | 6900 | | |
| 415 | 6990 | | |
| 416 | 6870 | | |
| 417 | 6900 | | |
| 418 | 6760 | | |
| 419 | 6740 | | |
| 420 | 6800 | | |
| 421 | 6660 | | |
| 422 | 6740 | | |
| 423 | 6800 | | |

| | |
|-----|------|
| 424 | 6920 |
| 425 | 6810 |
| 426 | 6800 |
| 427 | 6860 |
| 428 | 6720 |
| 429 | 6770 |
| 430 | 6710 |

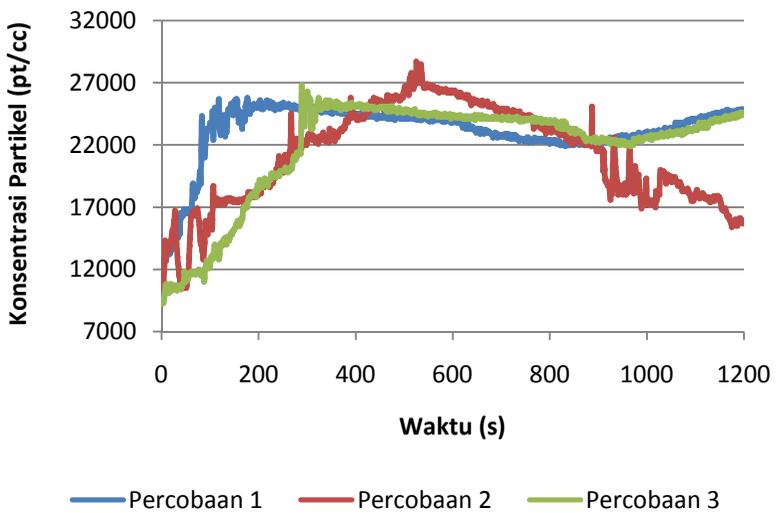
LAMPIRAN 2.

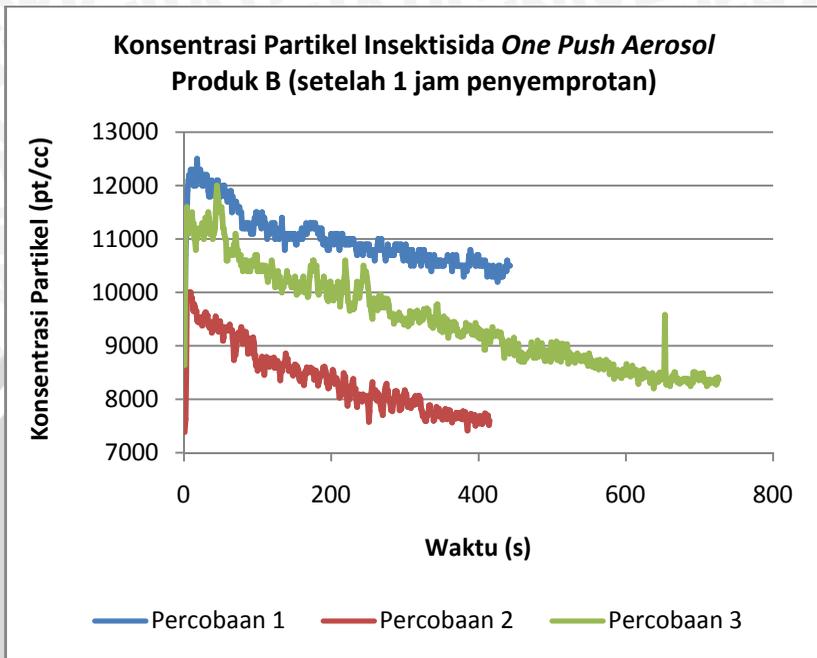


**Konsentrasi Partikel Insektisida One Push Aerosol
Produk A (setelah 1 jam penyemprotan)**



**Konsentrasi Partikel Insektisida One Push Aerosol
Produk B (awal penyemprotan)**





LAMPIRAN 3. Hasil uji bioefikasi obat nyamuk *one push aerosol*

0,5 Menit

| Jenis Obat Nyamuk | Suhu Udara (°C) | Tekanan Udara (kPa) | Rata-rata (sekon)* | | Persentase(%) Nyamuk | |
|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------|----------------------|-------|
| | | | KT 50 | KT 90 | Pingsan | Mati |
| Produk A | 26 | 104 | 11 | 59 | 100.0 | 100.0 |
| Produk B | 27 | 104 | 15 | 69 | 100.0 | 100.0 |
| Produk C | 27 | 104 | 33 | 85 | 100.0 | 100.0 |

60 Menit

| Jenis Obat Nyamuk | Suhu Udara (°C) | Tekanan Udara (kPa) | Rata-rata (menit) | | Persentase(%) Nyamuk | |
|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------|----------------------|-------|
| | | | KT 50 | KT 90 | Pingsan | Mati |
| Produk A | 27 | 104 | 573 | 1462 | 100.0 | 100.0 |
| Produk B | 27 | 103.9 | 792 | 1879 | 100.0 | 100.0 |
| Produk C | 27 | 104 | 1277 | 2867 | 100.0 | 100.0 |

LAMPIRAN 4. Kecepatan semprot tabung produk insektisida

| No | Nama Produk | \bar{v} (m/s) | δv (m/s) |
|----|-------------|-----------------|------------------|
| 1. | Produk A | 5,33 | 0,33 |
| 2. | Produk B | 5,19 | 0,16 |
| 3. | Produk C | 4,67 | 0,81 |

LAMPIRAN5. Luas mulut tabung

| No. | Nama Produk | d rata-rata (cm) | δd (cm) | Luas (cm ²) | δ Luas (cm ²) |
|-----|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1. | Produk A | $4,30 \times 10^{-3}$ | $3,10 \times 10^{-4}$ | $1,45 \times 10^{-6}$ | $3,34 \times 10^{-8}$ |
| 2. | Produk B | $6,67 \times 10^{-3}$ | $5,43 \times 10^{-4}$ | $3,49 \times 10^{-6}$ | $3,34 \times 10^{-8}$ |
| 3. | Produk C | $6,33 \times 10^{-3}$ | $6,81 \times 10^{-4}$ | $3,15 \times 10^{-3}$ | $3,34 \times 10^{-8}$ |

LAMPIRAN 6. Konsentrasi total partikel

| Perulangan | Pendiaman PartikelAwal (pt/cc) | | |
|------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Prod.A | Prod.B | Prod.C |
| 1 | $2,49 \times 10^7$ | $2,77 \times 10^7$ | $1,21 \times 10^7$ |
| 2 | $2,48 \times 10^7$ | $2,54 \times 10^7$ | $1,06 \times 10^7$ |
| 3 | $2,61 \times 10^7$ | $2,62 \times 10^7$ | $1,23 \times 10^7$ |

| Perulangan | Pendiaman PartikelSetelah 1 jam (pt/cc) | | |
|------------|---|--------------------|--------------------|
| | Prod.A | Prod.B | Prod.C |
| 1 | $2,96 \times 10^6$ | $4,87 \times 10^6$ | $1,57 \times 10^6$ |
| 2 | $3,25 \times 10^6$ | $3,45 \times 10^6$ | $1,52 \times 10^6$ |
| 3 | $3,21 \times 10^6$ | $6,85 \times 10^6$ | $1,56 \times 10^7$ |

| Nama Produk | Penyemprotan Partikel Awal | | Penyemprotan Partikel setelah 1 jam | |
|-------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | C rata-rata (pt/cc) | δC (pt/cc) | C rata-rata (pt/cc) | δC (pt/cc) |
| Produk A | $2,53 \times 10^7$ | $4,20 \times 10^5$ | $3,14 \times 10^6$ | $8,80 \times 10^4$ |
| Produk B | $2,65 \times 10^7$ | $7,06 \times 10^5$ | $5,07 \times 10^6$ | $9,60 \times 10^5$ |
| Produk C | $1,16 \times 10^7$ | $2,66 \times 10^5$ | $1,55 \times 10^6$ | $1,50 \times 10^4$ |

LAMPIRAN 7. Faktor Emisi

| Nama Produk | Penyemprotan Partikel Awal | | Penyemprotan Partikel setelah 1 jam | |
|-------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|
| | Ef (pt/cc) | δEf (pt/cc) | Ef (pt/cc) | δEf (pt/cc) |
| Produk A | $1,95 \times 10^2$ | $1,70 \times 10^1$ | $2,43 \times 10^1$ | $1,75 \times 10^0$ |
| Produk B | $4,31 \times 10^2$ | $7,40 \times 10^1$ | $9,17 \times 10^1$ | $1,96 \times 10^0$ |
| Produk C | $1,89 \times 10^2$ | $7,54 \times 10^0$ | $2,28 \times 10^1$ | $4,00 \times 10^0$ |

LAMPIRAN 8. Dokumentasi Penelitian



A



B



C



D



E

Keterangan:

A : Barabox

B : Uji nyamuk *Aedes aegypti*

C : Produk insektisida *one push aerosol*

D : Pompa

E : Alat holding nyamuk

LAMPIRAN 9. Bioefikasi**Produk A**

| Waktu Pengamatan | Awal Penyemprotan | | | Setelah 1 jam Penyemprotan | | |
|------------------|-------------------|----|----|----------------------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 0,5 | 15 | 15 | 14 | 1 | 1 | 1 |
| 1,25 | 18 | 17 | 18 | 2 | 1 | 2 |
| 2,00 | 20 | 20 | 20 | 3 | 2 | 4 |
| 2,50 | 20 | 20 | 20 | 3 | 3 | 4 |
| 3,00 | 20 | 20 | 20 | 8 | 5 | 8 |
| 3,50 | 20 | 20 | 20 | 10 | 8 | 8 |
| 5,00 | 20 | 20 | 20 | 12 | 13 | 12 |
| 7,00 | 20 | 20 | 20 | 15 | 16 | 15 |
| 15,00 | 20 | 20 | 20 | 18 | 19 | 18 |
| 20,00 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Produk B

| Waktu Pengamatan | Awal Penyemprotan | | | Setelah 1 jam Penyemprotan | | |
|------------------|-------------------|----|----|----------------------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 0,5 | 14 | 12 | 13 | 0 | 1 | 1 |
| 1,25 | 16 | 15 | 17 | 2 | 1 | 2 |
| 2,00 | 20 | 20 | 20 | 2 | 2 | 4 |
| 2,50 | 20 | 20 | 20 | 3 | 3 | 4 |
| 3,00 | 20 | 20 | 20 | 7 | 5 | 8 |
| 3,50 | 20 | 20 | 20 | 8 | 8 | 8 |
| 5,00 | 20 | 20 | 20 | 10 | 13 | 12 |
| 7,00 | 20 | 20 | 20 | 13 | 16 | 15 |
| 15,00 | 20 | 20 | 20 | 16 | 17 | 18 |
| 20,00 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Produk C

| Waktu Pengamatan | Awal Penyemprotan | | | Setelah 1 jam Penyemprotan | | |
|------------------|-------------------|----|----|----------------------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 0,5 | 10 | 10 | 9 | 0 | 0 | 1 |
| 1,25 | 17 | 17 | 16 | 1 | 0 | 1 |
| 2,00 | 19 | 20 | 20 | 1 | 2 | 3 |
| 2,50 | 20 | 20 | 20 | 2 | 3 | 3 |
| 3,00 | 20 | 20 | 20 | 5 | 4 | 5 |
| 3,50 | 20 | 20 | 20 | 6 | 7 | 7 |
| 5,00 | 20 | 20 | 20 | 8 | 9 | 8 |
| 7,00 | 20 | 20 | 20 | 11 | 10 | 11 |
| 15,00 | 20 | 20 | 20 | 15 | 15 | 15 |
| 20,00 | 20 | 20 | 20 | 18 | 19 | 17 |



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

