

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Streptococcus mutans*

2.1.1 Klasifikasi

Kingdom: Bacteria

Phylum: Firmicutes

Class: Bacilli

Order: Lactobacillales

Family: Streptococcaceae

Genus: Streptococcus

Species: *Streptococcus mutans* (Georgia Gwinnet College, 2011)

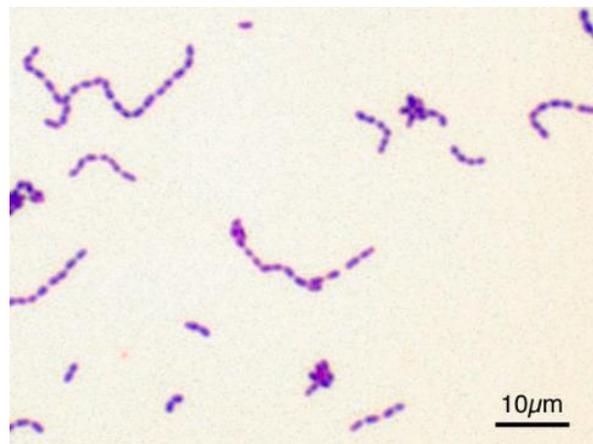
2.1.2 Morfologi

Streptococcus mutans merupakan bakteri gram positif, bersifat nonmotil (tidak bergerak), bakteri anaerob fakultatif. Memiliki bentuk kokus yang sendirian berbentuk bulat atau bulat telur dan tersusun dalam rantai. Bakteri ini tumbuh biasanya ditemukan pada rongga gigi manusia yang luka dan menjadi bakteri yang paling kondusif menyebabkan karies untuk email gigi. *Streptococcus mutans* adalah bersifat asidogenik yaitu menghasilkan asam, asidodurik, mampu tinggal pada lingkungan asam, dan menghasilkan suatu polisakarida yang lengket disebut dextran. Oleh karena kemampuan ini, *Streptococcus mutans* bisa menyebabkan lengket dan mendukung bakteri lain menuju ke email gigi, lengket mendukung bakteri- bakteri lain,

pertumbuhan bakteri asidodurik yang lainnya, dan asam melarutkan email gigi (Nugraha, 2008).

Streptococcus mutans termasuk dalam streptokok viridans, biasanya mereka bersifat α -hemolitik, tetapi ada pula yang bersifat nonhemolitik. Pertumbuhannya tidak dihambat oleh optokin, dan koloninya tidak larut dalam empedu (deoksikolat). Streptokok viridans adalah anggota flora normal yang paling umum ditemukan pada saluran napas atas dan keberadaannya penting untuk kesehatan membrane mukosa. Mereka dapat mencapai aliran darah akibat trauma dan merupakan penyebab utama endocarditis pada katup jantung abnormal. Beberapa streptokok viridans (misalnya, *Streptococcus mutans*) menyintesis polisakarida besar, seperti dekstran atau levan, dari sukrosa dan berperan penting pada terbentuknya karies dentis. Setelah pencabutan gigi, sedikitnya 30% pasien mengalami bacteremia streptokokus viridans (Jawetz, *et al.*, 2001). Menurut Bergeys (dikutip dalam Al-Jumaily, *et al.*, 2014) identifikasi dari *Streptococcus mutans* didasarkan kepada bentuk sel khusus pada mikroskop cahaya, karakteristik pertumbuhan yang spesifik, dan fermentasi gula. Selain itu *Streptococcus mutans* yang diisolasi diidentifikasi dengan *commercial biochemical test system API 20 strep*.

Dari sekitar 300 macam spesies bakteri di rongga mulut, hanya sebagian diantaranya, yang dikenal dengan *Streptococcus mutans* (SM), merupakan organisme penyebab karies. SM adalah penyebab utama karies pada mahkota karena sifatnya yang: (1) menempel pada email; (2) menghasilkan dan dapat hidup di lingkungan asam; (3) berkembang pesat di lingkungan yang kaya sukrosa; dan (4) menghasilkan bakteriosin, substansi yang dapat membunuh organisme kompetitornya (Putri *dkk.*, 2010).



Gambar 2.1 Streptococcus mutans dalam Pewarnaan Gram (Wikimedia Commons, 2015)

Keterangan: Bakteri *Streptococcus mutans* bersifat gram positif dimana pada hasil pewarnaan Gram akan berwarna ungu. Bentuk bakteri ini adalah kokus berantai.

2.1.3 Mekanisme Kerja Bakteri

Zat antibakteri dapat melakukan aktivitasnya melalui beberapa mekanisme yaitu:

- a. Mengganggu sintesis dinding sel.

Sintesis dinding sel bakteri dapat diganggu zat antibakteri, sehingga dinding sel yang terbentuk menjadi tidak sempurna dan tidak tahan terhadap tekanan osmotis, sehingga menyebabkan pecahnya sel. Sintesis

molekul lipoprotein membran sel bakteri dapat diganggu zat antibakteri, sehingga membran menjadi lebih permeabel yang menyebabkan keluarnya zat-zat penting dari sel.

b. Mengganggu sintesis protein sel

Zat antibakteri dapat berikatan dengan sub unit ribosom bakteri, sehingga menghambat sintesis asam-asam amino dan menghasilkan protein yang inaktif.

c. Mengganggu sintesis asam nukleat

Kelangsungan hidup sel sangat tergantung pada molekul-molekul protein dan asam nukleat. Hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau fungsi zat-zat tersebut dapat mendenaturasi protein dan asam nukleat dapat merusak sel tanpa dapat diperbaiki lebih lanjut.

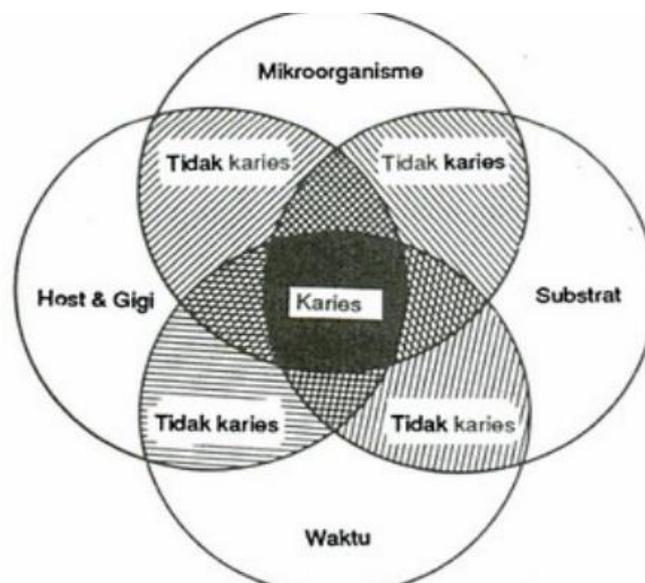
d. Antagonisme saingan

Zat antibakteri dapat bersaing dengan zat-zat yang diperlukan untuk proses metabolisme, sehingga proses tersebut terhenti.

2.2 Karies Gigi

Karies merupakan suatu penyakit jaringan keras gigi, yaitu email, dentin, sementum, yang disebabkan oleh aktivitas suatu jasad renik dalam suatu karbohidrat yang dapat diragikan. Tandanya adalah adanya demineralisasi jaringan keras gigi yang kemudian diikuti oleh kerusakan bahan organiknya. Akibatnya, terjadi invasi bakteri dan kematian pulpa serta penyebaran infeksi ke jaringan periapiks yang dapat menyebabkan nyeri. Walaupun demikian, mengingat mungkin terjadi remineralisasi, pada stadium yang sangat dini penyakit ini dapat dihentikan (Kidd *et al.*, 1991).

Beberapa jenis *karbohidrat* makanan misalnya sukrosa dan glukosa, dapat diragikan oleh *bakteri* tertentu dan membentuk asam sehingga pH plak akan menurun sampai di bawah 5 dalam tempo waktu 1-3 menit. Penurunan pH yang berulang-ulang dalam *waktu* tertentu akan mengakibatkan demineralisasi permukaan gigi yang rentan dan proses kariespun dimulai. Paduan keempat factor penyebab tersebut kadang-kadang digambarkan sebagai empat lingkaran yang bersitumpang (Gambar 2.5). Karies baru bisa terjadi hanya kalau keempat factor tersebut di atas ada (Kidd *et al.*, 1991).



Gambar 2.2 Empat Lingkaran Faktor Penyebab Karies Gigi (Kidd *et al.*, 1991)

Keterangan: Empat lingkaran yang menggambarkan paduan factor penyebab karies. Karies baru akan timbul hanya kalau keempat factor penyebab tersebut bekerja secara simultan.

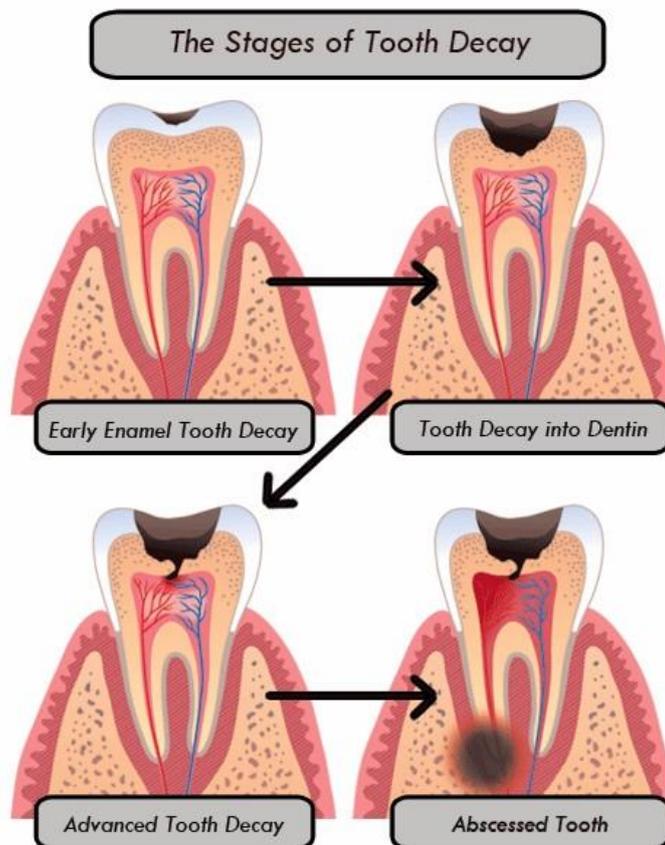
Plak gigi merupakan lengketan yang berisi bakteri beserta produk-produknya, yang terbentuk pada semua permukaan gigi. Akumulasi bakteri ini tidak terjadi secara kebetulan melainkan terbentuk melalui serangkaian tahapan. Jika email yang bersih terpapar di rongga mulut maka akan ditutupi oleh lapisan organik yang amorf yang disebut pelikel. Pelikel ini terutama terdiri atas glikoprotein yang diendapkan dari saliva dan terbentuk segera setelah penyikatan gigi. Sifatnya sangat lengket dan mampu melekatkan bakteri-

bakteri tertentu pada permukaan gigi. Bakteri yang mula-mula menghuni pelikel terutama yang berbentuk kokus. Yang paling banyak adalah streptokokus. Organisme tersebut tumbuh, berkembang biak dan mengeluarkan gel ekstra-sel yang lengket dan akan menjerat berbagai bentuk bakteri yang lain. Dalam beberapa hari plak ini akan bertambah tebal dan terdiri dari berbagai macam mikroorganisme. Akhirnya, flora plak yang tadinya didominasi oleh bentuk kokus berubah menjadi flora campuran yang terdiri atas kokus, batang, dan filamen (Kidd *et al.*, 1991).

Streptococcus mutans dan laktobasilus merupakan kuman kariogenik karena mampu segera membuat asam dari karbohidrat yang dapat diragikan. Kuman-kuman tersebut dapat tumbuh subur dalam suasana asam dan dapat menempel pada permukaan gigi karena kemampuannya membuat polisakarida ekstra sel yang sangat lengket dari karbohidrat makanan. Polisakarida ini, yang terutama terdiri dari polimer glukosa, menyebabkan matriks plak gigi mempunyai konsistensi seperti gelatin. Akibatnya, bakteri-bakteri terbantu untuk melekat pada gigi serta saling melekat satu sama lain. Dan karena plak makin tebal maka hal ini akan menghambat fungsi saliva dalam menetralkan plak tersebut (Kidd *et al.*, 1991).

Bakteri asidurik, asidogenik diketahui menjadi agen primer yang bertanggung jawab atas terjadinya penurunan pH di rongga mulut, yang berakibat disolusi/demineralisasi gigi. Walaupun ekosistem pada oral kompleks dan ada kemungkinan efek poten/kuat dari berbagai varietas spesies bakteri pada karies gigi, inisiator utama dari karies enamel adalah *Streptococcus mutans*. Spesies lain, seperti *Lactobacilli*, berkaitan dengan perluasan lesi karies gigi, seperti *Actinomyces* pada sementum akar. Spesies-

spesies ini tinggal di biofilm pada permukaan gigi – plak gigi; dibiarkan dan setelah metabolisme diet karbohidrat difermentasi, seperti sukrosa, produk-produk dari bakteri asidik menurunkan pH. Selama jangka waktu pH turun (rata-rata 5.5 untuk enamel, 6.5 untuk dentin), mineral seperti fosfat dan ion hidroksil keluar dari gigi ke rongga mulut (Quock, 2015).



Gambar 2.3 Tahapan Terjadinya Karies Gigi (Valadez, 2015)

Keterangan: Bermula dari lesi karies pada enamel berlanjut hingga bagian dentin gigi dan pulpa. Infeksi yang berlanjut dari pulpa dapat membentuk eksudat purulen di apeks gigi yang disebut abses.

Gigi manusia tertanam pada tulang alveolar dengan selimut ligamen (ligamen periodontal) dan terbuat dari tiga lapisan yang berbeda secara histologi. Lapisan paling dalam, pulpa, terdiri dari vaskularisasi dan saraf ke sistemik – yang memberikan vitalitas gigi. Pulpa terbungkus protektif dengan

dentin, yang mempunyai kandungan mineral sekitar 75%; sel blastik pada dentin (odontoblas) dapat ditemukan di perbatasan pulpa-dentin. Dentin pada mahkota (bagian gigi yang secara klinis terlihat di rongga mulut) tertutup dengan enamel, yang lebih termineralisasi daripada dentin diatas 95% -- ini adalah substansi terkeras di tubuh manusia. Sementum menutupi akar gigi dan sebaliknya hanya sekitar 50% termineralisasi (Quock, 2015).

Tanda klinis pertama dari demineralisasi adalah sedikit perubahan warna pada permukaan enamel – lesi inisial karies; jika pH oral kembali pada tingkat lebih netral dengan menghilangkan plak bakteri dan/atau karbohidrat, maka kalsium, fosfat, dan ion hidroksil yang ada di saliva dan plak berpartisipasi dalam pembentukan struktur enamel kristalin. Dengan demikian karies gigi diketahui sebagai penyakit kronis dan berlangsung terus-menerus, dengan pendulum berayun antara demineralisasi dari struktur gigi selama pH rendah dan remineralisasi selama pH netral/lebih tinggi. Ketika gigi terdemineralisasi untuk jangka waktu yang lebih lama pada pH rendah, total mineral yang hilang pada akhirnya terlalu banyak untuk menanggulangi remineralisasi dan sub-struktur enamel hancur, membentuk sebuah kavitas (Quock, 2015).

Untuk ditinjau, bakteri asidogenik seperti *Streptococcus mutans* membentuk produk asam, yang mengakibatkan demineralisasi struktur gigi. Bakteri asidogenik ini bermetabolisme dari memfermentasikan karbohidrat, seperti sukrosa, untuk memproduksi produk asam – hal ini membuat diet pasien dan kebersihan rongga mulut merupakan aspek penting untuk dikontrol dari proses penyakit ini. Data menunjukkan bahwa ketika asupan gula terbatas pada energi < 10%, insiden terjadinya karies berkurang. Selanjutnya, waktu sangat berperan penting dalam proses karies – semakin lama gigi dan bakteri

terekspose dengan karbohidrat, maka lebih lama waktu bagi bakteri untuk membentuk produk asam dan produk inilah yang membuat gigi terdemineralisasi (Quock, 2015).

Dari perspektif medis, perkembangan lokal dari karies gigi dapat mengakibatkan implikasi serius. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, waktu yang lama dari induksi bakteri dan pH rendah dalam rongga mulut mendorong terjadinya demineralisasi konstan di enamel gigi. Jika kandungan mineral yang cukup tersebut hilang, substruktur matrix enamel apatit hancur membentuk suatu kavitas, atau “lubang”, dan tidak dapat di remineralisasi. Selanjutnya, kavitas ini adalah ceruk (acapkali sulit dibersihkan) untuk bakteri kariogenik. Mengingat dentin mempunyai kandungan mineral yang lebih rendah dari enamel, ketika kavitas sudah penetrasi ke dentin, perkembangan dari karies akan lebih cepat. Untuk hal ini, perawatan yang dianjurkan untuk lesi kavitas karies adalah menempatkan semacam bahan pengisi sintetis untuk menutup lubang. Demineralisasi terus-menerus dari dentin, disertai dengan proliferasi bakteri kariogenik, menyebabkan karies berkontak menginfeksi daerah pulpa – saraf dan suplai darah untuk gigi. Pulpitis, atau inflamasi pulpa, dapat muncul karena kedekatan dengan lesi karies, dan menyebabkan ketidaknyamanan/nyeri yang intens (Quock, 2015).

Hubungan fisik yang sebenarnya antara bakteri kariogenik dan pulpa gigi biasanya mengakibatkan *pulpitis irreversible* dan/atau nekrosis pulpa. Dalam kasus ini, biasanya terbentuk abses pada apeks akar gigi, dekat dengan lubang kecil untuk vaskularisasi dan koneksi saraf dari gigi ke sistemik. Eksudat purulen yang berasal dari jaringan pulpa yang terinfeksi terbatas pada ruangan akar yang sangat sempit dan harus mengalir ke ujung akar, sehingga

membentuk abses. Infeksi akan bertahan, kecuali abses di drainase dengan ekstraksi gigi atau pulpektomi (pengambilan jaringan pulpa, sebagai pendahuluan untuk perawatan saluran akar), antibiotik saja tidak akan efektif dalam mengeliminasi penyakit ini (Quock, 2015)

2.3 Sterilisasi

Sterilisasi adalah upaya untuk menghilangkan semua jenis mikroorganisme termasuk spora. Sedangkan sinar ultraviolet adalah sinar yang memiliki rentang panjang gelombang antara 400-100 nm dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Sinar ultraviolet dapat diperoleh dari sinar matahari yang merupakan sumber utama ultraviolet dan sinar buatan yang berasal dari lampu fluorescent khusus seperti lampu merkuri. Sehingga, sterilisasi sinar ultraviolet adalah upaya membunuh mikroorganisme menggunakan lampu kabut merkuri yang dipancarkan pada panjang gelombang 253,7 nm (Cahyonugroho,2016).

Sinar Ultraviolet dapat membunuh bakteri dikarenakan memiliki kemampuan absorpsi oleh asam nukleat tanpa menyebabkan kerusakan pada permukaan sel. Adanya gangguan pada asam nukleat menyebabkan adanya ikatan antara molekul-molekul timin dan terbentuknya dimer timin sehingga fungsi dari asam nukleat pada bakteri terganggu serta dapat menyebabkan kematian pada bakteri (Srigede & Siti,2014).

Aplikasi sinar ultraviolet harus diatur dosisnya dengan tepat karena apabila berlebihan dapat mengilangkan efektifitas dari sinar ultraviolet dalam membunuh mikroorganisme, sehingga terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan seperti aliran udara, kelembaban, jarak antara sumber cahaya dengan bahan yang

disterilkan serta lama penyinaran yang disesuaikan dengan alat dan bahan yang disterilkan (Suprpto,2009).

2.4 Dentmox

2.4.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang digunakan dalam program ini meliputi:

- Panjang: 35 cm
- Lebar: 25 cm
- Tinggi: 9,5 cm
- Material: akrilik hitam
- Proses sterilisasi: berjalan otomatis
- Sumber daya: *Power Bank Solar Cell*
- Tegangan kerja: 12 volt
- Daya UV: 10 watt

2.4.2 Alat dan Bahan

2.4.2.1 Alat

Alat yang diperlukan dalam pembuatan dan pengujian adalah:

1. Laptop atau PC
2. Solder
3. Gunting
4. Penggaris atau mistar
5. Alat mekanik elektrik lainnya yang diperlukan.

2.4.2.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan adalah:

1. Lampu *UV Sterilization*
2. *Mikrokontroler arduino*
3. *Real Time Clock (RTC)*
4. Sensor suhu LM35
5. LCD 16X2
6. Kabel
7. Saklar
8. *Power bank*
9. Konektor
10. *Light Emiting Diode (LED)*
11. Mika akrilik
12. Resistor

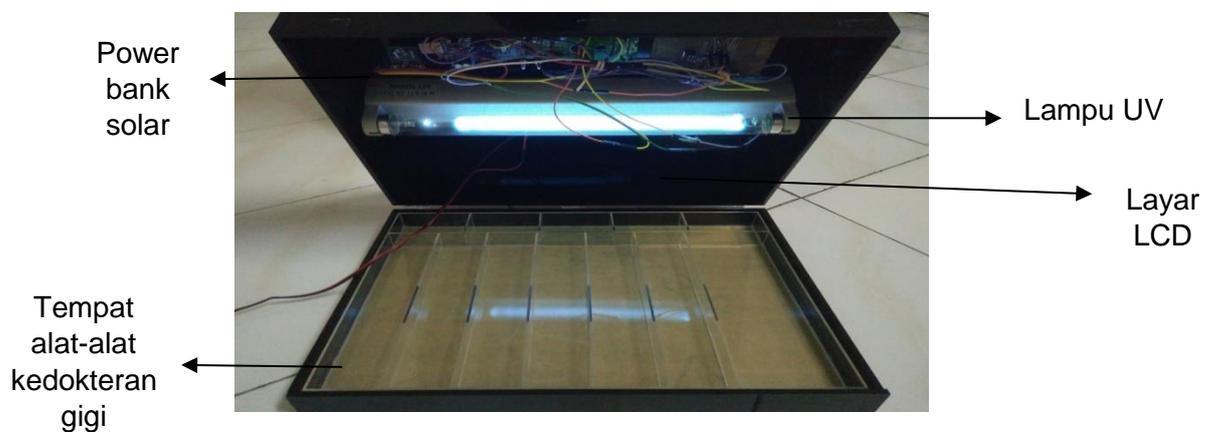
2.4.3 Cara kerja DENTMOX

Cara menggunakan alat DENTMOX adalah:

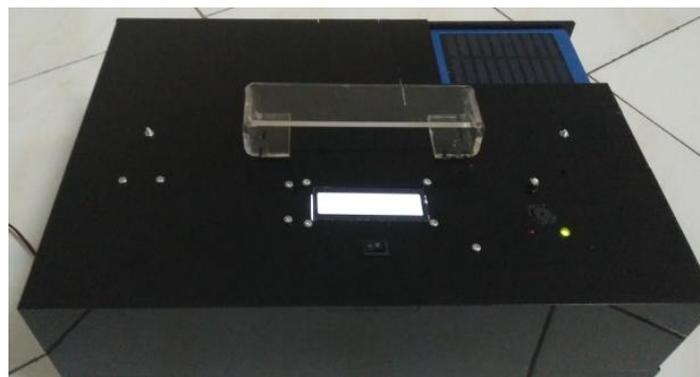
1. Buka *toolbox* dengan mengangkat pengait.
2. Masukkan alat-alat kedokteran gigi yang ingin disterilkan ke dalam *toolbox*.
3. Tutup *toolbox* dengan rapat.
4. Aktifkan DENTMOX dengan menekan tombol saklar *on/off*.
5. Untuk memulai proses sterilisasi, tekan tombol *pushbutton* dan tahan selama 3 detik, led hijau akan aktif sebagai indikator sterilisasi telah dimulai.
6. Proses sterilisasi akan berjalan secara otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan oleh operator.

7. Ketika proses sterilisasi selesai, led merah akan aktif dan *buzzer* akan berbunyi sebagai indikator bahwa proses sterilisasi telah selesai.
8. Tekan kembali tombol *pushbutton* selama 3 detik untuk merestart *toolbox*.
9. Proses selesai dan *toolbox* bisa dibuka.

2.4.4 Rancangan Alat



Gambar 2.4 Prototipe DENTMOX "Dental Magic Box with Ultraviolet Basis Sterilizing Innovation saat dibuka



Gambar 2.5 Prototipe DENTMOX "Dental Magic Box with Ultraviolet Basis Sterilizing Innovation t tampak atas



Gambar 2.6 Prototipe DENTMOX "Dental Magic Box with Ultraviolet Basis Sterilizing Innovation saat dibuka



Gambar 2.7 Tampilan Layar LCD DENTMOX "Dental Magic Box with Ultraviolet Basis Sterilizing Innovation



Gambar 2.8 Tampilan Layar LCD DENTMOX "Dental Magic Box with Ultraviolet Basis Sterilizing Innovation

2.4.5 Keunggulan Alat

1. Sterilisasi otomatis dengan sinar UV tipe C.
2. Dilengkapi dengan desinfektan dalam bentuk *sprayer* otomatis dan *wet tissue*.
3. *Portable*, bermanfaat untuk pengabdian karena mudah dibawa kemana-mana.
4. Energi disimpan dalam *power bank*.

5. Power bank yang digunakan merupakan *solar cell*, dimana dapat mengisi daya saat berada di daerah terpencil yang tidak terdapat listrik.
6. Tidak menyebabkan *instrument* kedokteran gigi yang tajam menjadi tumpul karena sterilisasi menggunakan UV tidak menimbulkan radiasi.
7. Tidak menyebabkan *instrument* kedokteran gigi yang berbahan dasar plastik menjadi terbakar karena sterilisasi menggunakan UV tidak menimbulkan radiasi.