

Program Studi: Teknik Kimia

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



PEMBUATAN PRODUK *MULTIPURPOSE CLEANER* DENGAN PEMANFAATAN *ECO ENZYME* DARI LIMBAH KULIT BUAH SEBAGAI BAHAN AKTIF NATURAL ANTIMIKROBA

OLEH:

DONNA IMELDA 0318017301

ASTRINI BRILIANA ALIF 2018710450060

BIMA DWI SATRIAWAN 2018710450055

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS JAYABAYA

JAKARTA

JANUARI 2021

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



**PEMBUATAN PRODUK *MULTIPURPOSE CLEANER* DENGAN
PEMANFAATAN *ECO ENZYME* DARI LIMBAH KULIT BUAH
SEBAGAI BAHAN AKTIF NATURAL ANTIMIKROBA**

OLEH:

DONNA IMELDA 0318017301
ASTRINI BRILIANA ALIF 2018710450060
BIMA DWI SATRIAWAN 2018710450055

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS JAYABAYA

JAKARTA

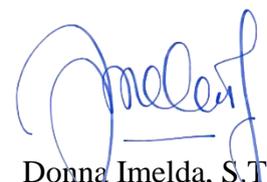
JANUARI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Pembuatan Produk *Multipurpose Cleaner* dengan Pemanfaatan *Eco Enzyme* dari Limbah Kulit Buah sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba
2. Bidang Penelitian : Teknik Kimia
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Donna Imelda, S.T., M. Si
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Golongan/Pangkat/NIDN : IIIa/Penata Muda/0318017301
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - e. Program Studi : Teknik Kimia
4. Alamat Ketua Peneliti
 - a. Alamat Rumah : Lembah Nirmala 2 Blok D Nomor 7 Mekarsari Depok
 - b. E-mail : donnaimelda@jayabaya.ac.id
 - c. Telepon : 0811 1111 505
5. Jumlah Anggota Peneliti : 2 (dua) orang
 - a. Nama Anggota : Bima Dwi Satriawan
 - b. Nama Anggota : Astrini Brilliana Alif
6. Lokasi Penelitian : Jakarta
7. Kerjasama dengan Institusi Lain : -
8. Lama Penelitian : 4 Bulan
9. Biaya yang Diperlukan
 - a. Sumber dari FTI : -
 - b. Sumber Pribadi : Rp. 6.000.000
 - Total : Rp. 6.000.000

Jakarta, 09 Februari 2021

Ketua Peneliti



Donna Imelda, S.T., M. Si
NIDN 0318017301



Mengetahui



RINGKASAN

Pada era *new normal* akibat pandemi COVID-19 kesadaran masyarakat akan *hygiene* pribadi semakin meningkat. Penggunaan produk kesehatan rumah tangga (PKRT) terutama produk pembersih semakin marak digunakan, bahan aktif yang umum pada produk di pasaran mengandalkan Etanol, Benzalkonium Klorida, dan Triclosan sebagai zat antibakteri. Larutan *Eco-enzyme* dari limbah dapur bisa menjadi bahan aktif alternatif yang potensial dan inovatif pengganti bahan aktif yang berasal dari bahan kimia. Pada penelitian ini dibuat bahan aktif natural antimikroba yaitu Larutan *Eco-enzyme* dari fermentasi kombinasi limbah kulit buah tropis yaitu Pepaya (*Carica papaya*), Nanas (*Ananas comosus*), Jeruk (*Citrus sinensis* Osb.) dan Mangga (*Mangifera indica*) akan diterapkan pada salah satu produk kesehatan rumah tangga (PKRT) yaitu *Multipurpose Cleaner* juga untuk menilai efektifitas antimikroba bahan aktif *Eco-Enzyme* pada konsentrasi dan kombinasi limbah kulit buah yang berbeda. Kemampuan antimikroba dalam membunuh kuman maupun bakteri akan diuji terhadap *Staphylococcus aureus*, *Eschericia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan fungi *Candida albicans* menggunakan metode *Antimicrobial Effectiveness Test* (AET) yang telah dikembangkan oleh ATCC (*American Type Culture Collection*).

Kata kunci: Antimikroba, *Eco-enzyme*, Inovatif, Kulit buah, PKRT.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul Pembuatan Produk *Multipurpose Cleaner* Dengan Pemanfaatan *Eco Enzyme* dari Limbah Kulit Buah Sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, laporan ini tidak dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terkait yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu selama penelitian berlangsung hingga penyusunan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Kami menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Jakarta, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN Sampul.....	i
HALAMAN Judul	ii
HALAMAN Pengesahan.....	iii
RINGKASAN.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR GRAFIK.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	11
1.1. LATAR BELAKANG.....	11
1.2. PERUMUSAN MASALAH	13
1.3. TUJUAN PENELITIAN	13
1.4. METODE PENYELESAIAN MASALAH	13
1.5. HIPOTESIS	14
1.6. VARIABEL PENELITIAN	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 <i>ECO-ENZYME</i>	15
2.2 PAPAN	16
4.3 BROMELAIN	17
4.4 AMILASE	19
4.5 ASCORBIC ACID (VITAMIN C) OXIDASE.....	20
2.6 DESINFEKTAN <i>MULTIPURPOSE CLEANER</i>	21
2.7 ANTIMIKROBA	21
2.9 FERMENTASI.....	22
2.10 <i>ANTIMICROBIAL EFFECTIVENESS TEST</i> ISO 11930.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	26
3.2 PROSEDUR PENELITIAN.....	28
3.3 PROSEDUR ANALISIS SAMPEL	Error! Bookmark not defined.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
DAFTAR PUSTAKA	xlvii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan Senyawa Tanaman Pepaya.....	7
Tabel 2.2.	Spektrum Gugus Fungsi pada FTR.....	13
Tabel 3.1.	SNI Pembersih Permukaan Desinfektan.....	20
Tabel 3.2.	Kriteria Keberterimaan.....	25
Tabel 4.1.	Hasil Analisis Organoleptik Multipurpose Cleaner.....	29
Tabel 4.2.	Hasil Analisis Angka Lempeng Total Multipurpose Cleaner.	30
Tabel 4.3.	Hasil Analisis Stabilitas Emulsi Multipurpose Cleaner.....	32
Tabel 4.4.	Hasil Analisis Antimikrobia Efek Multipurpose Cleaner.....	33
Tabel 4.5.	Hasil Analisis Lanjutan Koefisien Fenol NJEE.....	34
Tabel 4.6.	Hasil Analisis Lanjutan Koefisien Fenol PNEE.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Struktur Kimia Enzim Papain.....	6
Gambar 2.2.	Buah Pepaya (<i>Carica papaya L.</i>).....	6
Gambar 2.3.	Struktur Kimia Enzim Bromelain.....	7
Gambar 2.4.	Buah Nanas (<i>Ananas conusus</i>).....	8
Gambar 2.5.	Struktur Kimia Enzim Amilase.....	9
Gambar 2.6.	Buah Mangga (<i>Mangifera indica</i>).....	9
Gambar 2.7.	Buah Jeruk (<i>Citrus sinensis</i>).....	10
Gambar 2.8.	Skema FTIR.....	14
Gambar 3.1.	Diagram Alir Pembuatan Larutan Eco-enzyme.....	16
Gambar 3.2.	Diagram Alir Pembuatan Multipurpose Cleaner.....	17

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Analisis pH Multipurpose Cleaner.....	27
Grafik 4.2.	Analisis Angka Lempeng Total Multipurpose Cleaner.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kesadaran masyarakat akan *hygiene* pribadi ini semakin meningkat seiring dengan pola hidup di era *new normal* akibat pengaruh pandemi COVID-19, menyusul ketersediaan produk-produk antiseptik untuk menjaga atau meningkatkan higienitas pribadi. Semuanya itu mendukung kepada perubahan perilaku hidup yang bersih dan sehat.

Produk yang dapat membunuh mikroorganisme di dalam maupun permukaan benda mati adalah desinfektan. Desinfektan merupakan suatu bahan yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan benda (Aboh, M. et al., 2013). Zat disinfektan dalam cairan pembersih akan bekerja dengan cara membunuh mikroorganisme yang terdapat di permukaan. Mikroorganisme tersebut antara lain *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella sp.* dan lain-lain (Dewi et al., 2016).

Limbah kulit buah memiliki aktifitas antimikroba terhadap beberapa jenis mikroorganisme patogen, termasuk *Candida albicans* (Roy, S et al., 2014). Ekstraksi enzim, asam organik, dan senyawa fenol melalui proses fermentasi lebih disukai daripada metode konvensional yang membutuhkan pelarut yang mahal, melibatkan proses pemanasan, dan sulit mendapatkan ekstrak dengan kemurnian tinggi (Sagar, N.A et al. 2018). Jadi, fermentasi kulit buah yang dikenal sebagai *Eco-enzyme* dapat menjadi bahan alternatif sebagai disinfeksi untuk zat desinfektan.

Eco-enzyme yang diekstrak dari kulit pepaya mentah (*Carica papaya*) ternyata kaya akan *papain*, dan kulit nanas (*Ananas comosus*) memiliki kandungan *bromelain*. Hal serupa juga ditemukan pada kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) yang menghasilkan enzim *ascorbic acid oxidase*, dan kulit mangga (*Mangifera indica*) yang menghasilkan enzim *alpha-amylase*. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh

Ashvin Kumar, dkk. pada tahun 2020 melaporkan konsentrasi 50% *eco-enzyme* campuran dari limbah kulit pepaya dan jeruk sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Enterococcus faecalis* (Int. J. Environ. Res. Public Health 2020).

Begitu pula dengan *eco-enzyme* yang berasal dari kulit nanas (*Ananas comosus*) dan jeruk (*Citrus aurantium.*) telah terbukti memiliki sifat antimikroba serta anti-inflamasi (Arun, C.; Sivashanmugam, P. 2017). Efek sinergis dari kedua *Eco-enzyme* tersebut meningkatkan potensi aktivitas antimikroba mereka dalam melawan berbagai macam bakteri (Gunwantrao, B.B. et al., 2016). Kandungan senyawa fenol yang tinggi dalam *Eco-enzyme* nanas dan kulit jeruk diketahui membawa pengaruh yang sangat baik terhadap aktivitas antimikroba dan juga memiliki aktivitas antioksidan (Ana, C. et al., 2018). Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Hanan Eshamah pada tahun 2013 melaporkan 0.4% *bromelain* merupakan konsentrasi yang paling efektif untuk menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* JM 109, *Listeria monocytogenes*, dan juga sebagai bahan anti-kandida (E, Hanan. 2013). Sementara *eco-enzyme* yang berasal dari mangga diketahui memiliki sifat antimikroba karena mangga memiliki *mangiferin* yang kaya akan polifenol dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Enterococcus faecalis* yang dapat menyebabkan pertumbuhan karang gigi (Subbiya A., et al., 2013).

Oleh karena itu, berdasarkan paparan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi aktivitas antimikroba dengan memanfaatkan bahan aktif *Eco-Enzyme* yaitu larutan hasil fermentasi dari kombinasi limbah kulit buah yang disebut PN-EE (*Pepaya-Nanas Eco-Enzyme*), MJ-EE (*Mangga-Jeruk Eco-Enzyme*), NJ-EE (*Nanas-Jeruk Eco-Enzyme*), PJ-EE (*Pepaya-Jeruk Eco-Enzyme*), dan PM-EE (*Pepaya-Mangga Eco-Enzyme*) terhadap *Antimicrobial Effectiveness Test (AET)*. Pembuatan *Multipurpose Cleaner* berbahan aktif *Eco-Enzyme* ini diharapkan mampu untuk mengatasi kebutuhan manusia akan produk desinfektan yang ramah lingkungan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pembuatan bahan aktif *Eco-enzyme* dari limbah kulit buah Pepaya, Nanas, Jeruk, dan Mangga?
- b. Bagaimana karakteristik bahan aktif *Eco-enzyme* yang dihasilkan?
- c. Bagaimana formulasi terbaik untuk produk *Multipurpose Cleaner* dari bahan aktif *Eco-enzyme*?
- d. Bagaimana pengaruh penambahan bahan aktif *Eco-enzyme* pada formulasi produk *Multipurpose Cleaner* terhadap efektifitas antimikroba?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terdiri dari :

- a. Mempelajari proses pembuatan bahan aktif *Eco-enzyme* dari limbah kulit buah Pepaya, Nanas, Jeruk, dan Mangga.
- b. Mengetahui karakteristik bahan aktif *Eco-enzyme* yang dihasilkan melalui proses fermentasi.
- c. Mempelajari konsentrasi penambahan bahan aktif *Eco-enzyme* yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan mikroba melalui metode *Antimicrobial Effectiveness Test (AET)* berdasarkan ISO 11930:2012.
- d. Mempelajari pengaruh keefektifan antimikroba dari bahan aktif *Eco-Enzyme* pada produk *Multipurpose Cleaner* untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen (*S. aureus*, *P. aeruginosa*, *C. albicans*, dan *S. typhimurium*).

1.4. Metode Penyelesaian Masalah

Pembuatan bahan aktif *Eco-enzyme* dari fermentasi limbah kulit buah campuran dapat menjadi solusi alternatif pada produk *Multipurpose Cleaner* yang umum menggunakan bahan aktif dari zat kimia seperti *Benzalkonium Chloride*, *Sodium Hypochlorite*, *Hydrogen Peroxide* dan Etanol. Dengan pembuatan produk *Multipurpose Cleaner* dengan bahan aktif *Eco-Enzyme* yang berasal dari fermentasi

limbah kulit buah pepaya, jeruk, nanas dan juga mangga diharapkan dapat menjadi alternatif dari permasalahan yang ada.

1.5. Hipotesis

Didapatkan hipotesis sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh antara campuran limbah kulit buah terhadap daya antimikroba pada larutan *Eco-enzyme*.
2. Terdapat pengaruh tiap-tiap campuran limbah kulit buah terhadap karakter larutan *Eco-enzyme* yang dihasilkan.
3. Terdapat pengaruh antimikroba terhadap fungi *Candida albicans*, bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa* pada bahan aktif *Eco-enzyme*.
4. Terdapat pengaruh keefektifan antimikroba pada formulasi *Multipurpose Cleaner* dengan penambahan bahan aktif *Eco-enzyme* pada berbagai konsentrasi dan jenis kulit buah.

1.6. Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian sebagai berikut.

1. Kombinasi kulit buah pada larutan bahan aktif *Eco-enzyme*:
 - Pepaya dan Nanas (PNEE)
 - Mangga dan Jeruk (MJEE)
 - Nanas dan Jeruk (NJEE)
 - Pepaya dan Jeruk (PJEE)
 - Pepaya dan Mangga (PMEE)
2. Konsentrasi tiap larutan bahan aktif *Eco-enzyme* yang digunakan di dalam formulasi *Multipurpose Cleaner*: 1.56%; 3.12%; 6.25%; 12.5%; 25.0%.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Eco-Enzyme*

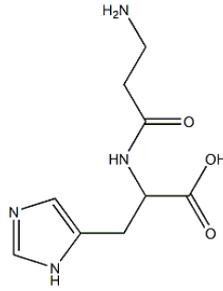
Eco-Enzyme merupakan produk hasil fermentasi limbah dapur organik seperti ampas buah, kulit buah, dan sayuran dengan mengolahnya melalui proses fermentasi. Memiliki karakteristik berwarna coklat dan aroma khas fermentasi yaitu asam manis yang kuat. *Eco-Enzyme* pertama kali diperkenalkan ke publik oleh Dr. Rosukon Poompanvong yang merupakan *pioneer* pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand (Arun; Sivashanmugam. 2015).

Produk yang dikembangkan oleh Dr. Rosukon memanfaatkan limbah organik padat dengan mencampurkannya dengan *brown sugar* atau biasa disebut gula merah dan air, limbah organik padat dapat berupa sisa sayur atau sisa buah (Nazim; Meera. 2013). Menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh Tang & Tong pada tahun 2013, proses fermentasi untuk menghasilkan larutan *eco-enzyme* membutuhkan waktu optimal selama tiga bulan (Tang, F.E., & Tong, C.W. 2013).

Pada dasarnya, *eco-enzyme* mempercepat reaksi bio-kimia di alam untuk menghasilkan enzim yang berguna dengan memanfaatkan sampah buah atau sayuran. Enzim yang dihasilkan dari fermentasi ini adalah salah satu cara manajemen limbah yang memanfaatkan sisa-sisa dapur untuk menghasilkan sesuatu yang sangat bermanfaat. *Eco-Enzyme* dapat dijadikan cairan multifungsi dan aplikasinya meliputi rumah tangga, pertanian, peternakan, dan bahkan pada bidang kesehatan.

Hal ini dibuktikan melalui penelitian yang dilakukan oleh Ashvin Kumar, dkk. pada tahun 2020 melaporkan bahwa *Eco-Enzyme* dari fermentasi kulit pepaya dan campuran kulit nanas-jeruk dapat menjadi alternatif pengganti NaOCl dalam mencegah pertumbuhan *Enterococcus faecalis* pada bidang kedokteran gigi (Int. J. Environ. Res. Public Health 2020).

2.2 Papain



Gambar 2.1. Struktur Kimia Enzim Papain

Papain (EC 3.4.22.2) adalah enzim protease yang diisolasi dari tanaman ataupun buah pepaya mentah (*Carica papaya L.*). Papain diperoleh dengan memotong kulit buah pepaya kemudian dikumpulkan dan dikeringkan. Semakin hijau buahnya, zat papain yang terkandung akan lebih tinggi.



Gambar 2. 2. Buah Pepaya (*Carica papaya L.*)

Pepaya mengandung enzim *papain* dan enzim *chymopapain* yang dapat mengurangi peradangan sehingga membantu tubuh dalam penyembuhan luka bakar dan luka lainnya.

Tabel 2.1. Kandungan Senyawa Tanaman Pepaya

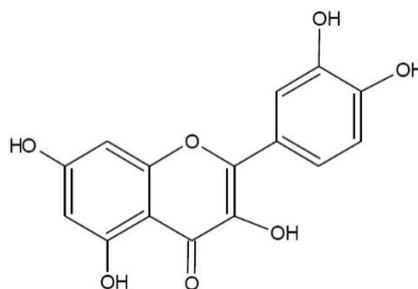
No	Organ	Kandungan senyawa
1	Daun	enzim papain, alkaloid karpaina, pseudo-karpaina, glikosid, karposid dan saponin, sakarosa, dekstrosa, dan levulosa. Alkaloid karpaina mempunyai efek seperti digitalis.
2	Buah	β -karotena, pektin, d-galaktosa, l-arabinosa, papain, papayotimin papain, serta fitokinase
3	Biji	glukosida kakirin dan karpain. Glukosida kakirin berkhasiat sebagai obat cacing, peluruh haid, serta peluruh kentut (karminatif).
4	Getah	papain, kemokapain, lisosim, lipase, glutamin, dansiklotransferase

Sumber: (Dalimartha, 2003)

Papain juga dapat memotong ikatan peptida yang melibatkan asam amino dasar terutama arginin, lisin, dan residu yang termasuk fenilalanin (Menard et al., 2013). Struktur unik Papain memberikan fungsionalitas yang membantu untuk memahami bagaimana enzim proteolitik ini bekerja dan berguna untuk berbagai macam tujuan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gartika, dkk. pada tahun 2014 melaporkan bahwa *papain* memiliki kemampuan antimikroba terhadap bakteri patogen *Streptococcus mutans* (Gartika, M. et al., 2014).

4.3 Bromelain



Gambar 2.3. Struktur Kimia Enzim Bromelain

Bromelain adalah enzim proteolitik yang ditemukan di jaringan tanaman nanas dan spesies lain dari famili Bromeliaceae. Enzim proteolitik yang terdapat pada sari batang nanas disebut batang bromelain dan enzim pada buah tersebut

pertama kali dijelaskan dengan nama bromelin 1 dan sekarang disebut buah bromelain.



Gambar 2.4. Buah Nanas (*Ananas comosus*)

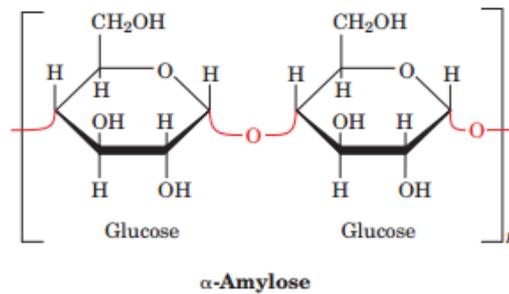
Berdasarkan informasi dari masyarakat serta buku obat-obatan tradisional, nanas tidak hanya mempunyai nilai ekonomi penting, tetapi juga bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan bromelain pada nanas dapat digunakan sebagai antiseptik mulut, antibakteri, antifungi dan desinfektan.

Enzim bromelain merupakan suatu enzim protease yang mampu menghidrolisis ikatan peptida menjadi asam amino. Konsentrasi bromelain yang terdapat pada bonggol nanas lebih tinggi dibanding pada daging buah nanas. (Deni Rahmat, et al, 2017).

Melalui penelitian yang dilakukan oleh Ana dkk. pada tahun 2018 membuktikan bahwa kandungan senyawa fenol yang tinggi dalam *eco-enzyme* nanas dan kulit jeruk diketahui membawa pengaruh yang sangat baik terhadap aktivitas antimikroba dan juga memiliki aktivitas antioksidan (Ana, C. et al., 2018).

Efek sinergis dari kedua *eco-enzyme* tersebut juga sudah pernah diteliti sebelumnya oleh Gunwantrao dkk. pada tahun 2016 dimana melaporkan adanya potensi peningkatan aktivitas antimikroba dalam melawan berbagai macam bakteri (Gunwantrao, B.B. et al., 2016).

4.4 Amilase



Gambar 2.5. Struktur Kimia Enzim Amilase

Amilase (Alpha-amylase) adalah enzim yang mengkatalisis hidrolisis dari alpha-1, 4-glikosidik amilosa pati menghasilkan glukosa. Amilase dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti tanaman, hewan dan mikroorganisme. Sumber enzim dari tanaman didapatkan dari berbagai bagian tanaman salah satunya adalah biji. Amilase dari biji-bijian ini dipilih karena biji memiliki kandungan karbohidrat, protein, lemak serta senyawa organik lainnya. Amilase dapat diperoleh dari proses isolasi biji buah mangga. Biji mangga dikeringkan, dihaluskan lalu disaring dan diambil residunya.



Gambar 2.6. Buah Mangga (*Mangifera indica*) yang kaya akan amilase

Penelitian pada *eco-enzyme* yang berasal dari mangga diketahui memiliki sifat antimikroba karena mangga memiliki amylase dan juga *mangiferin* yang kaya akan polifenol dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Enterococcus faecalis* yang dapat menyebabkan pertumbuhan karang gigi (Subbiya A., et al., 2013).

Mekanisme kerja enzim α -amilase terdiri dari dua tahap, yaitu : tahap pertama degradasi amilosa menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak. Degradasi ini terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas dengan cepat. Tahap kedua terjadi pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir dan tidak acak. Keduanya merupakan kerja enzim α -amilase pada molekul amilosa. Pada molekul amilopektin kerja α -amilase akan menghasilkan glukosa, maltosa dan satu seri α -limit dekstrin, serta oligosakarida yang terdiri dari empat atau lebih glukosa yang mengandung ikatan α -1,6-glikosidik.

4.5 Ascorbic Acid (Vitamin C) Oxidase

Ascorbic Acid (Vitamin C) Oxidase (EC 1.10.3.3) merupakan suatu enzim yang dikenal dapat menjadi sebuah katalis dalam reaksi kimia. Enzim ini memiliki dua substrat, yaitu L-ascorbate dan oksigen, sedangkan dua produknya adalah dehydroascorbate dan air. Enzim ini termasuk ke dalam famili oksidoreduktase. Enzim ini bekerja secara khusus pada difenol dan zat terkait sebagai donor dengan oksigen sebagai penerima. Enzim ini juga bekerja pada metabolisme askorbat, dan enzim ini menggunakan satu kofaktor yaitu tembaga.



Gambar 2.7. Buah Jeruk (*Citrus sinensis*) yang kaya akan Ascorbic Acid Oxidase

Sebuah studi yang telah dilakukan oleh Ana C. dkk. pada tahun 2018 membuktikan dalam penelitiannya bahwa kulit jeruk yang diekstraksi memiliki sifat antioksidan dan bersifat fenolik (Ana, C., et al., 2018). Enzim ini adalah turunan dari vitamin C yang umum ditemukan dan banyak terkandung dalam buah jeruk. Begitu pula dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arun dkk. pada tahun 2017 membuktikan bahwa *eco-enzyme* yang berasal dari kulit nanas

(*Ananas comosus*) dan jeruk (*Citrus aurantium.*) telah terbukti memiliki sifat antimikroba serta anti-inflamasi (Arun, C.; Sivashanmugam, P. 2017).

2.6 Desinfektan *Multipurpose Cleaner*

Desinfektan merupakan bahan yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan benda (Aboh, M. et al., 2013). . Zat desinfektan dalam cairan pembersih akan membunuh mikroorganisme yang terdapat di permukaan. Mikroorganisme tersebut antara lain adalah *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella sp.* dan lain-lain (Dewi et al., 2016).

Desinfektan *Multipurpose cleaner* adalah bahan dalam rumah tangga yang bermanfaat sebagai. pembersih serbaguna. Bahan kimia yang termasuk dalam kelompok ini yang dapat membantu proses pencucian yaitu melepaskan kotoran dari tempatnya menempel dan menahan agar kotoran yang telah terlepas tetap tersuspensi.

2.7 Antimikroba

Mikroorganisme adalah makhluk hidup yang memiliki aktivitas yang berupa tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dapat dipengaruhi baik dari mikroba itu sendiri ataupun dari luar. Salah satu pengaruh yang paling berkompeten adalah antimikroba.

Antimikroba adalah senyawa yang dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme hidup. Senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri disebut bakteriostatik dan yang dapat membunuh bakteri disebut bakterisida. Antimikroba merupakan suatu zat-zat kimia yang diperoleh/dibentuk dan dihasilkan oleh mikroorganisme, zat tersebut mempunyai daya penghambat aktifitas mikororganisme lain meskipun dalam jumlah sedikit.

Senyawa yang mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri banyak terkandung di dalam tumbuhan. Beberapa senyawa antimikroba antara lain yaitu, saponin, tannin, flavonoid, xantol, terpenoid, alkaloid dan sebagainya (Suerni et.al, 2013).

Mekanisme kerja suatu antimikroba terhadap sel dapat dibedakan beberapa kelompok yaitu merusak dinding sel, mengganggu permeabilitas sel, merusak molekul protein dan asam nukleat, menghambat aktivitas enzim, sebagai anti metabolit dan menghambat sintesa asam nukleat.

2.9 Fermentasi

Fermentasi adalah proses terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi serta terjadi perubahan substrat menjadi produk baru oleh mikroba.

Fermentasi merupakan pengolahan substrat menggunakan peranan mikroba (jasad renik) sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Produk fermentasi berupa biomassa sel, enzim, metabolit primer maupun sekunder atau produk transformasi (biokonversi).

Proses fermentasi mendayagunakan aktivitas suatu mikroba tertentu atau campuran beberapa spesies mikroba. Mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi antara lain khamir, kapang dan bakteri. Teknologi fermentasi merupakan salah satu upaya manusia dalam memanfaatkan bahan-bahan yang berharga relatif murah bahkan kurang berharga menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi dan berguna bagi kesejahteraan hidup manusia.

2.10 *Antimicrobial Effectiveness Test* ISO 11930

Antimicrobial Effectiveness Test merupakan suatu metode uji untuk produk larut dalam air. Pengujian ini melibatkan strain bakteri murni dimana bakteri dengan jumlah yang sudah diketahui diinokulasikan pada sampel dan dihitung pada interval waktu yang berbeda selama 14 hari dengan masa inkubasi dan temperatur kontrol.

Pada prinsipnya pengujian ini diaplikasikan pada produk larut dalam air. Strain bakteri yang terlibat diantaranya *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 8739, dan *Candida albicans* ATCC 10231 (ISO 11930:2012).

2.11 Fenol

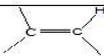
Fenol merupakan bahan antibakteri yang cukup kuat dalam konsentrasi 1-2% dalam air, umumnya dikenal dengan lisol dan kreolin. Fenol dapat diperoleh melalui distilasi produk minyak bumi tertentu. Fenol bersifat toksik, stabil, tahan lama, berbau tidak sedap, dan dapat menyebabkan iritasi. Mekanisme kerja senyawa ini adalah dengan penghancuran dinding sel dan presipitasi (pengendapan) protein sel dari mikroorganisme sehingga terjadi koagulasi dan kegagalan fungsi pada mikroorganisme tersebut.

Keunikan senyawa fenolik dikaitkan dengan lebih dari dua belas sifat yang dipelajari, antioksidan, medis (antidiabetik, gastroprotektif, kardioprotektif), antibakteri, antijamur dan lainnya.

2.12 *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

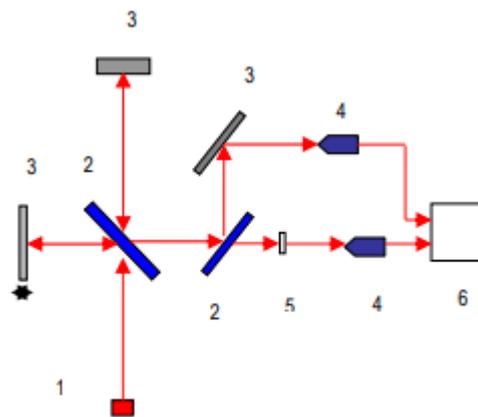
Spektrofotometer FTIR merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk identifikasi senyawa, khususnya senyawa organik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis dilakukan dengan melihat bentuk spektrumnya yaitu dengan melihat puncak-puncak spesifik yang menunjukkan jenis gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa tersebut. Sedangkan analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa standar yang dibuat spektrumnya pada berbagai variasi konsentrasi.

Tabel 2.2. Spektrum gugus fungsi pada FTIR (Skoog, Holler, Nieman, 1998)

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C - H	Alkana	2850 - 2970 1340 - 1470	Kuat Kuat
C - H	Alkena 	3010 - 3095 675 - 995	Sedang Kuat
C - H	Alkuna 	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 - 3100 690 - 900	Sedang Kuat
O - H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol	3590 - 3650 3200 - 3600	Berubah-ubah Berubah-ubah
	monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3500 - 3650 2500 - 2700	terkadang melebar Sedang Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 - 3500	Sedang
C=C	Alkena	1610 - 1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500 - 1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100 - 2260	Berubah-ubah
C - N	Amina, Amida	1180 - 1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210 - 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050 - 1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 - 1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500 - 1570 1300 - 1370	Kuat Kuat

Sumber : *Principle of Instrumental Analysis*, Skoog, Holler, Nieman, 1998.

Salah satu metode spektroskopi yang sangat populer adalah metode spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared), yaitu metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk analisis hasil spektrumnya. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Absorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat, yaitu kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi. (Chatwal, 1985).



Gambar 2.8. Skema FTIR

Keterangan: (1) Sumber Inframerah (2) Pembagi Berkas (Beam Splitter) (3) Kaca Pemantul (4) Sensor Inframerah (5) Sampel (6) Display (Anam, et al., 2007). Spektroskopi infra merah dapat digunakan untuk menganalisis campuran hidrokarbon aromatik, seperti C_8C_{10} (mengandung xylene dalam bentuk orto, meta, para dan etil benzena), dengan sikloheksana sebagai pelarut. Kita ambil puncak disekitar panjang gelombang 12-15 μ , kita hitung absorptivitas molar semua senyawa pada 13,47; 13,01; 12,58; 14,36 μ yang merupakan daerah puncak dan menulis empat persamaan simultan untuk menghitung konsentrasi masing-masing senyawa.

Kebanyakan penggunaan spektroskopi infra merah dalam analisis kuantitatif adalah untuk menganalisis kandungan udara, misalnya jika udara mengandung polutan seperti CO, metil etil keton, methanol, etilen oksida dan uap

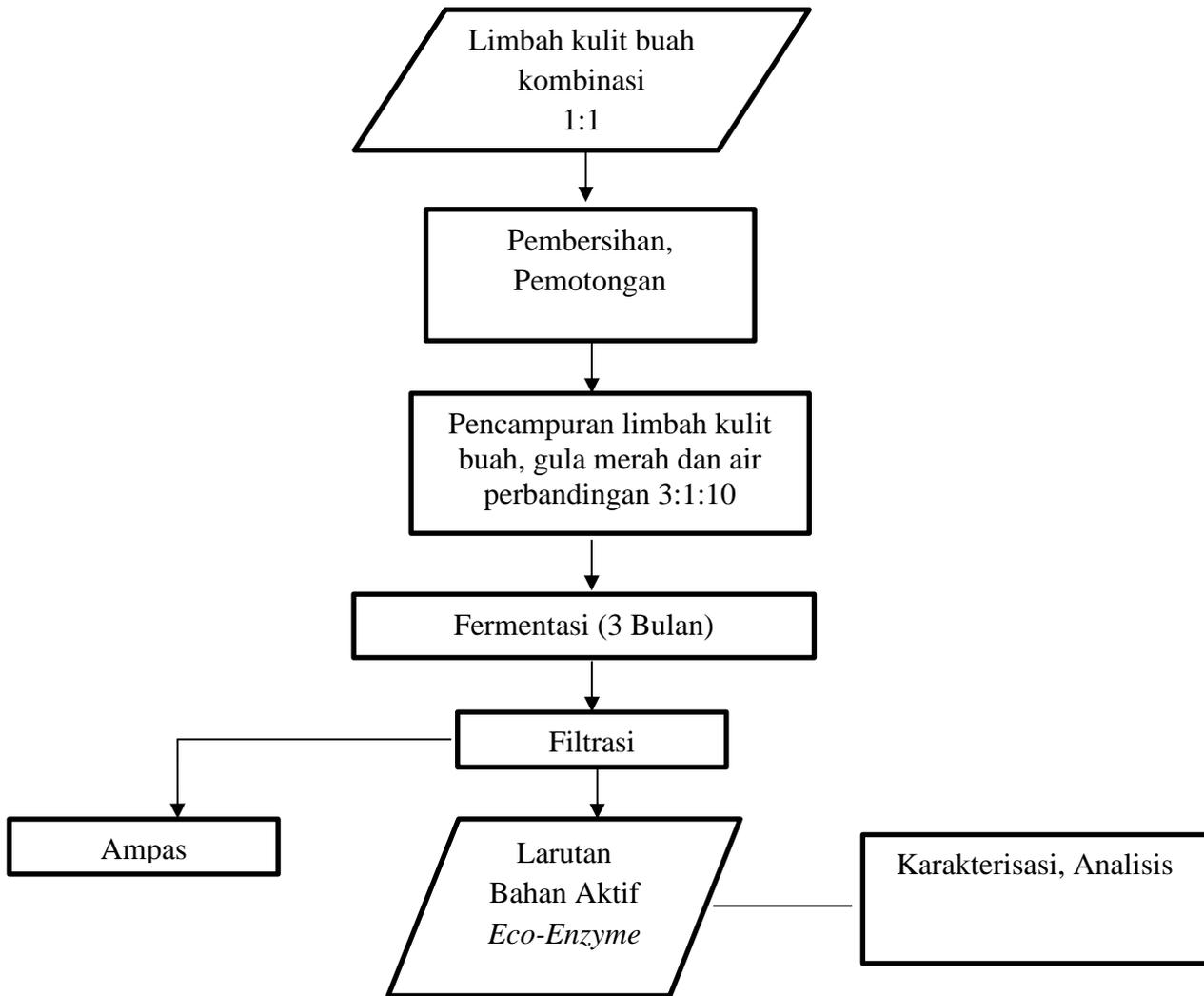
CHCl_3 . sampel udara yang mengandung polutan atmosfer dianalisa dengan alat IR. Polutan lain seperti CS_2 , HCN, SO_2 , nitrobenzene, vinil klorida, diboran, kloropena, metil merkaptan, piridin, juga dapat dianalisa secara kuantitatif dengan spektrofotometer infra merah.

Teknik infra merah dalam analisis kuantitatif mempunyai keterbatasan yang tidak dapat diabaikan. Pertama tidak adanya hubungan antara hukum Beer dan kompleksitas spektrum sehingga tumpang-tindihnya puncak-puncak. Kedua, sempitnya puncak, akibat dari sinar hamburan menyebabkan pemakaian lebar slit menjadi lebih besar. Sel yang sempit juga tidak banyak digunakan untuk mengerjakan pekerjaan praktis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

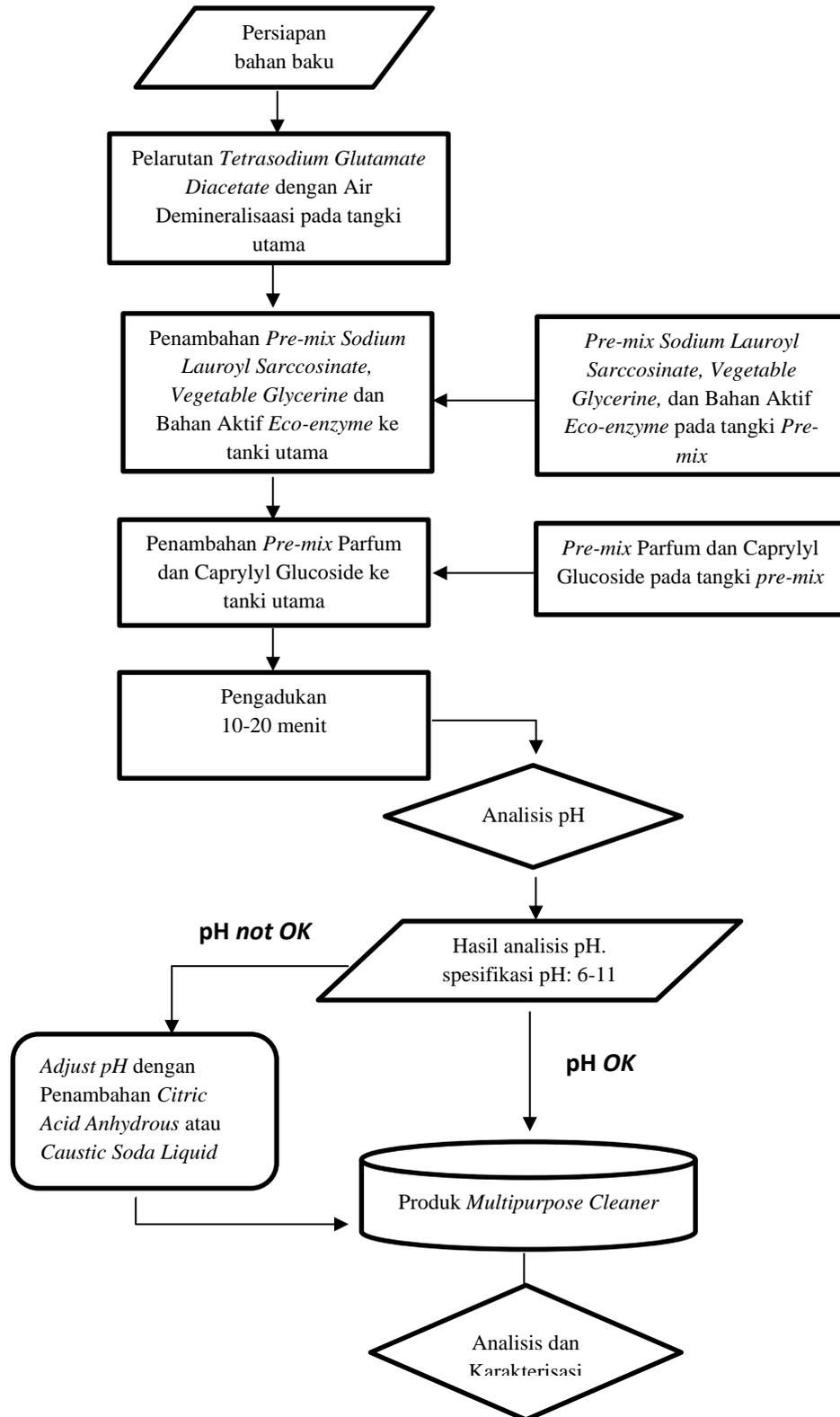
3.1 Diagram Alir Penelitian

A. Diagram Alir Pembuatan Larutan Bahan Aktif *Eco-Enzyme*



Gambar 3.1.. Diagram alir pembuatan larutan bahan aktif *Eco-enzyme*

B. Diagram Alir Formulasi *Multipurpose Cleaner* dengan Bahan Aktif *Eco-Enzyme*



Gambar 3.2. Diagram alir pembuatan produk *Multipurpose Cleaner*

Setup Alat Eksperimen

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

Alat :

1. Pisau
2. *Beaker glass*
3. Neraca analitik
4. Wadah plastik
5. Filter Kain 400 mesh
6. FTIR
7. pH meter (*Metrohm*)
8. *Overhead stirrer (IKA C-MAG)*
9. *Propeller (IKA C-MAG)*
10. Pipet tetes

Bahan :

1. Sisa kulit buah pepaya, nanas, jeruk manis, dan mangga
2. *Brown sugar* atau gula merah
3. Air Demineralisasi
4. Surfaktan *Sodium Lauroyl Sarcosinate*
5. *Vegetable Glycerine*
6. *Caprylyl Glucoside*
7. *Citric Acid Anhydrous*
8. Parfum

3.2 Prosedur Penelitian

A. Pembuatan Larutan Bahan Aktif Eco-Enzyme

Sisa kulit buah pepaya, nanas, jeruk manis dan mangga dibersihkan dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan dipotong kecil-kecil. Ditimbang masing-masing limbah kulit buah sebanyak 107 gram. Ditimbang sebanyak 71 gram *brown sugar* atau gula merah yang akan dipakai untuk basis 1000 gram *Eco-Enzyme*. Dimasukkan kombinasi sisa

kulit buah pepaya-nanas, mangga-jeruk manis, nanas-jeruk, pepaya-jeruk dan pepaya-mangga ke dalam wadah plastik. Kemudian, dicampurkan dengan *brown sugar* atau gula merah dan ditambahkan dengan air sebanyak 715 gram untuk basis 1000 gram *Eco-Enzyme*.

Dilakukan proses fermentasi selama tiga bulan dengan disimpan pada tempat yang kering dan sejuk dengan suhu dalam rumah. Dibuka wadah setiap hari di 2 minggu pertama kemudian 3 hari sekali pada minggu ke-3 dan kemudian seminggu sekali pada minggu-minggu berikutnya. Setelah 3 bulan, saring *Eco-enzyme* menggunakan filter kain 400 mesh. Larutan bahan aktif *Eco-Enzyme* yang diperoleh kemudian disimpan dalam botol steril dan hindari sinar matahari pada penyimpanan agar tetap terjaga.

B. Pembuatan *Multipurpose Cleaner*

Adapun rancangan formulasi desinfektan *multipurpose cleaner* pada penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Air demineralisasi = sampai 100%
2. *Tetrasodium Glutamate Diacetate* = 0.1%
3. *Sodium Lauroyl Sarcosinate* = 5%
4. *Vegetable Glycerin* = 2%
5. Parfum = 0.4%
6. Larutan bahan aktif *Eco enzyme*
(*PNEE, MJEE, NJEE, PJEE, PMEE*) = 1.56%; 3.12%;
6.25%; 12.5%; 25.0%
7. *Citric acid anhydrous* atau
Caustic soda liquid 10% = secukupnya

Menurut Standar Nasional Indonesia, mutu produk desinfektan yang harus terpenuhi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Syarat Mutu Produk Pembersih Permukaan Berdesinfektan berdasarkan SNI 1842:2019.

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Fenol dan turunannya	Senyawa lain
1.	pH	-	6-11	6-11
2	Koefisien Fenol	-	Minimal 1	Minimal 1
2.	Angka Lempeng Total (ALT)	cfu/ml	Maksimal 1×10^3	Maksimal 1×10^3
3.	Stabilitas emulsi dalam air sadah 1:100	-	Stabil	Tidak membentuk flok
4.	<i>Antimicrobial Effectiveness Test (AET ISO 11930)*</i>	-	Pass	Pass

Keterangan :

(*) : Uji tambahan diluar SNI

Berikut ini adalah tahap-tahap pada proses pembuatan *Multipurpose Cleaner* :

1. Proses persiapan alat dan bahan baku

Disiapkan bahan baku dan juga peralatan untuk pembuatan desinfektan *multipurpose cleaner*. Dipastikan alat dan bahan-bahan tersebut bebas dari kotoran agar tidak mengganggu proses *mixing*.

2. Proses *mixing*

Setelah bahan-bahan disiapkan, ditimbang sesuai formula dan peralatan sudah disiapkan. Dilakukan pelarutan agen pengkelat *Tetrasodium Glutamate Diacetate* dengai air demineralisasi pada tangki utama. Kemudian ditambahkan secara perlahan surfaktan *Sodium Lauroyl Sarcosinate* ke dalam tangki utama. Setelah tercampur sempurna, dipersiapkan *pre-mix* antara

Caprylyl Glucoside sebagai agen solubilizer, parfum dan masing-masing larutan *Eco Enzyme* (*PNEE, MJEE, NJEE, PJEE, dan PMEE*) terkonsentrasi, diaduk hingga tercampur sempurna dan dimasukkan ke dalam tangki utama dan dilakukan pengadukan sampai semuanya tercampur sempurna. Dilakukan pengujian parameter pH pada tahap akhir sebelum proses *mixing* selesai dengan menggunakan bahan Asam Sitrat Anhidrat sampai didapatkan pH pada angka 6-8 dimana pH dengan kisaran tersebut yaitu kondisi yang aman untuk kulit. *Multipurpose cleaner* siap di aplikasikan.

3.3 Prosedur Analisis Sampel

A. Pemeriksaan Derajat Keasaman (pH)

Prosedur awal dalam pengukuran derajat keasaman (pH) yaitu pH larutan sampel diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi, dicelupkan elektroda pH meter ke dalam larutan sampel. diamkan beberapa saat hingga didapat pH yang tetap.

B. Uji Angka Lempeng Total

Uji angka lempeng total adalah perhitungan bakteri setelah sampel diinkubasikan dalam perbenihan yang cocok selama 24-48 jam pada suhu 35 ± 1 oC. Pada proses pengujian ini dibutuhkan alat-alat penunjang, antara lain pipet ukur 1 mL dan 10 mL, pisau, gunting, timbangan analitik, tabung reaksi 10 mL, erlenmeyer 250 mL, cawan petri dari gelas atau plastik (90-100 mm), penangas air 45 ± 1 oC, inkubator 36 ± 1 oC dan alat penghitung koloni (*colony counter*). Prosedur yang dilakukan pada penentuan angka lempeng total adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat-alat yang sudah steril dan dapat disterilkan menggunakan api bunsen setelah lebih dahulu dibersihkan dengan alkohol 70%. Cara terakhir dilakukan sesaat sebelum pengujian berlangsung. Untuk wadah plastik, pada

bagian yang akan dibuka dibersihkan dengan alkohol 70% kemudian di buka dengan cara aseptik.

2. Melakukan homogenisasi sampel dengan memipet 25 mL sampel dan memasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 225 mL larutan pengencer hingga diperoleh pengenceran sebesar 1:10. Larutan tersebut dikocok dengan baik kemudian dilanjutkan dengan pengenceran sampel lainnya. Memasukkan 1 mL dari masing-masing pengenceran ke dalam cawan petri steril secara simplo dan duplo dengan menggunakan *finn tip*.
3. Menuangkan sebanyak 12-15 mL media PCA yang telah dicairkan yang bersuhu $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit dari pengenceran pertama ke dalam cawan petri.
4. Menggoyang cawan petri dengan hati-hati dengan cara memutar dan menggoyangnya ke depan dan ke belakang serta ke kanan dan ke kiri hingga sampel tercampur rata dengan perbenihan.
5. Mengerjakan pemeriksaan blangko dengan mencampur air pengencer dengan perbenihan untuk setiap sampel yang diperiksa.
6. Mendinginkan hingga campuran dalam cawan petri membeku.
7. Memasukkan semua cawan petri dengan posisi terbalik ke dalam inkubator dan diinkubasikan pada suhu $53 \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 72 jam.
8. Mencatat pertumbuhan koloni pada setiap cawan setelah 72 jam.
9. Menghitung angka lempeng total dalam 1 gram atau 1 mL contoh dengan mengalikan jumlah rata-rata koloni pada cawan dengan faktor pengenceran yang digunakan.

C. Stabilitas Emulsi dalam Air Sadah

Uji ini dilakukan dengan mengukur stabilitas emulsi yang terbentuk dari pencampuran contoh dengan air sadah yang kesadahannya terukur, lalu didiamkan selama 6 jam kemudian diamati hasilnya. Pada proses pengujian ini dibutuhkan alat-alat penunjang, antara lain erlenmeyer 250 ml, labu ukur 1000 ml, pengaduk kaca, CaCl_2 anhidrat dan $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Prosedur yang dilakukan pada pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Siapkan larutan standar air sadah dengan konsentrasi 342 mg/liter dihitung sebagai Kalsium Karbonat (CaCO_3) dengan melarutkan 0,304 gram CaCl_2 anhidrat dan 0,319 gram $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam labu ukur 1000 ml dan tepatkan hingga tanda garis dengan air suling.
2. Pipet 1 ml contoh dan masukkan ke dalam 100 ml air sadah lalu aduk dengan pengaduk kaca dan biarkan selama 6 jam.
3. Amati apakah terjadi suatu pemisahan lapisan dan atau apakah terjadi endapan dari suatu gumpalan (flok).
4. Lakukan juga untuk perbandingan contoh dan air 5:100.

D. Uji *Antimicrobial Effectiveness Test* (AET ISO 11930)

Pada prinsipnya pengujian ini diaplikasikan pada produk larut dalam air. Pengujian ini melibatkan strain bakteri murni dimana bakteri dengan jumlah yang sudah diketahui diinokulasikan dalam sampel dan dihitung pada interval waktu yang berbeda selama 14 hari dengan masa inkubasi dan temperatur terkontrol. Pengujian dilakukan pertama-tama yaitu dilakukan pengujian terpisah pada setiap strain yang diuji. Dituang masing-masing 20ml atau 20 gram sampel ke dalam 5 wadah steril. Diinokulasikan 0.2 ml inokulum pada konsentrasi 10^{-7} sampai 10^{-8} untuk bakteri dan 10^{-6} sampai 10^{-7} untuk kapang khamir, setiap strain diinokulasikan pada sampel yang berbeda. Setelah inokulasi jumlah bakteri per ml sampel akan berada pada kisaran 10^{-5} sampai 10^{-6} untuk bakteri dan kisaran 10^{-4} sampai 10^{-5} untuk kapang khamir. Kemudian dilanjutkan dengan menghomogenkan sampel dengan menggunakan vortex.

Dilakukan inkubasi sampel pada suhu terkontrol 20 sampai 25°C . Dilakukan perhitungan jumlah bakteri dengan menggunakan metode Total Plate Count (TPC), yaitu dengan mengambil 1 ml sampel dari setiap wadah pada interval waktu yang sesuai, diinokulasikan ke dalam 9ml larutan penetralisir yang sudah divalidasi sebelumnya. Dibuat pengenceran dari 10-1 sampai 10-5 dari setiap strain bakteri. Dipipet 1ml dari setiap pengenceran ke dalam cawan petri steril. Dituang media

TSA untuk bakteri, SDA untuk *Candida albicans* dan PDA untuk *Aspergillus brasiliensis*. Diinkubasikan media agar beku pada suhu 30-35°C selama 24 sampai 48 jam untuk bakteri dan 20-25°C selama 3 sampai 5 hari untuk *Candida albicans* dan *Aspergillus brasiliensis*. Dihitung jumlah koloni bakteri atau kapang khamir pada petri yang tumbuh di kisaran 30-300 cfu/ml untuk bakteri dan *Candida albicans* dan 15-150 cfu/ml untuk *Aspergillus brasiliensis*.

Pada penelitian yang dilakukan, hasil pengujian AET terhadap produk *Multipurpose Cleaner* yang sudah berhasil atau *passed* akan dilanjutkan ke pengujian koefisien fenol.

Rumus 1. Menghitung jumlah koloni

$$N_x = C / (V \times d)$$

Keterangan:

N_x = Jumlah koloni (cfu/ml) pada interval waktu x

C = Rata-rata koloni pada kedua petri (duplo)

V = Volume sampel yang diinokulasikan pada cawan petri (1ml)

d = Faktor pengenceran yang dihitung dari jumlah bakteri induk yang diinokulasi.

Rumus 2. Menetapkan log reduksi

$$R_x = \text{Log } N_0 - \text{Log } N_x$$

Keterangan:

R_x = Log reduksi (Log pengurangan jumlah bakteri)

Log N_0 = Log jumlah bakteri pada jam ke-0

Log N_x = Log jumlah bakteri pada interval waktu x

Dengan catatan, ada kemungkinan tidak ada penurunan bakteri atau bakteri meningkat.

Tabel 3.2. Kriteria Keberterimaan

Nilai Log Reduksi ($R_x = \text{Log } N_0 - \text{Log } N_x$)				
Mikroorganisme	Bakteri (<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>)		Fungi (<i>Candida albicans</i>)	
Waktu Sampling	T7	T14	T7	T14
Kriteria A	≥ 3	≥ 3 dan NI	≥ 1	≥ 1 dan NI
Kriteria B	na	≥ 3	na	≥ 1
a. Pada test ini, rentang deviasi hingga log 0.5 masih diterima b. NI = <i>No Increase</i> (Tidak ada peningkatan reduksi bakteri) dari interval waktu sebelumnya c. $R_x = 0$, jika $\text{Log } N_0 = \text{Log } N_x$				

E. Uji Koefisien Fenol

Pada prinsipnya pengujian ini untuk menilai keefektifan suatu desinfektan didasarkan pada konsentrasi dan waktu kontak antara desinfektan tersebut dengan bakteri. Desinfektan dinyatakan efektif bila membunuh mikroba (bakteri). Keefektifan suatu desinfektan diukur dalam *en fenol*. Pada proses pengujian ini dibutuhkan alat-alat penunjang, antara lain fenol, air suling, suspensi bakteri, media pca, kapas, tabung ulir, pipet serologi 1 ml & 5 ml, cawan petri, dan incubator.

Prosedur yang dilakukan pada pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Diencerkan dengan air steril larutan contoh 5%, masing-masing 1:300, 1:350; dan 1:400.
2. Diencerkan dengan air steril larutan fenol standar 50% masing-masing 1:80, 1:90; dan 1:100.
3. Dipipet masing-masing 5 ml larutan sampel dan larutan fenol standar ke dalam tabung reaksi inkubasikan selama 24 jam pada suhu 35-37°C.
4. Dipipet suspensi bakten sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam masing masing konsentrasi desinfektan dihitung selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit dan masing masing waktu dipipet kemudian petri steril sebanyak 1ml.

5. Dituang media PCA sepertiga tinggi petri dengan suhu 45°C dalam keadaan cair dan biarkan membeku dalam posisi terbalik disimpan pada inkubator.
6. Diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24 jam.
7. Diamati hasil pertumbuhan bakteri.

Rumus 1. Menghitung koefisien (n) fenol

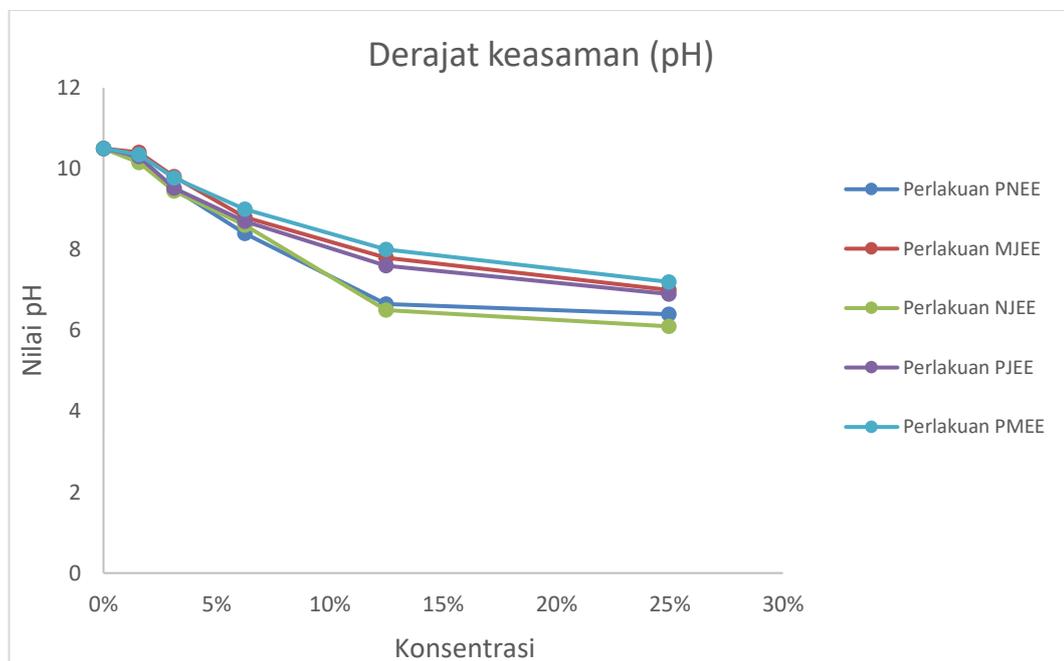
$$\text{Koefisien Fenol} = \frac{\text{Pengenceran tertinggi zat kimia uji yang mematikan dalam waktu 10 menit tetapi tidak mematikan dalam waktu 5 menit}}{\text{Pengenceran tertinggi larutan fenol yang mematikan dalam waktu 10 menit tetapi tidak mematikan dalam 5 menit}}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Derajat Keasaman (pH)

Pada produk pembersih, nilai pH sangat perlu diperhatikan karena pH bahan pembersih dapat berpengaruh langsung pada efektivitas pembersihan. Nilai pH desinfektan yang diizinkan oleh SNI 1842 tahun 2019 berkisar antara 6 hingga 11. pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $pH > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $pH < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi (Munson, 1990). Berikut grafik yang menunjukkan variasi konsentrasi dan jenis larutan bahan aktif *Eco-enzyme* terhadap derajat keasaman *Multipurpose Cleaner* yang dihasilkan:



Gambar 4.1. Grafik Analisa pH *Multipurpose Cleaner*

Hasil analisa yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan nilai pH *Multipurpose Cleaner* berkisar antara 6,1 hingga 10,5. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada pembuatan *Multipurpose Cleaner* dengan penambahan larutan bahan aktif *Eco-enzyme*, pH produk yang dihasilkan cenderung menurun. Hasil terbaik pada penelitian kami didapatkan hasil pH pada jenis PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5%. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan asam yang terdapat pada kulit buah yang kaya akan asam fenolat dan asam alfa hidroksi atau *Alpha Hydroxy Acid* (AHA) sehingga menghasilkan suasana asam pada *Multipurpose Cleaner*. Semakin besar konsentrasi larutan bahan aktif *Eco-enzyme* yang dimasukkan ke dalam formulasi, maka semakin besar pula kandungan asam organik yang terdapat pada produk, akibatnya terjadi penurunan pH yang cukup signifikan.

4.2 Pengujian Organoleptik

Hasil pemeriksaan organoleptik dilakukan terhadap sediaan *multipurpose cleaner* dengan cara pengamatan secara langsung untuk parameter warna, bentuk dan aroma dari sediaan yang dibuat. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.

Jenis	Konsentrasi	Organoleptik		
		Tekstur	Warna	Bau
PNEE	1.6%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	3.1%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	6.2%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	12.5%	Liquid	Yellowish to Orange Transparent	Fruity non-citrus segar
	25.0%	Liquid	Orange Transparent	Fruity non-citrus kuat
MJEE	1.6%	Liquid	Yellowish Transparent	Citrus lemah
	3.1%	Liquid	Yellowish Transparent	Citrus lemah
	6.2%	Liquid	Yellowish Transparent	Citrus lemah
	12.5%	Liquid	Yellowish to Brownish Transparent	Citrus lemah
	25.0%	Liquid	Brownish Transparent	Citrus lemah

NJEE	1.6%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity lemah
	3.1%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity lemah
	6.2%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity lemah
	12.5%	Liquid	Yellowish to Orange Transparent	Fruity segar
	25.0%	Liquid	Orange Transparent	Fruity segar
PJEE	1.6%	Liquid	Yellowish Transparent	Citrus lemah
	3.1%	Liquid	Yellowish Transparent	Citrus lemah
	6.2%	Liquid	Yellowish Transparent	Citrus lemah
	12.5%	Liquid	Yellowish to Brownish Transparent	Citrus lemah
	25.0%	Liquid	Brownish Transparent	Citrus segar
PMEE	1.6%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	3.1%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	6.2%	Liquid	Yellowish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	12.5%	Liquid	Yellowish to Brownish Transparent	Fruity non-citrus lemah
	25.0%	Liquid	Brownish Transparent	Fruity non-citrus lemah

Tabel 4.1. Hasil Analisa Organoleptik *Multipurpose Cleaner*

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan seperti terlihat pada tabel 4 menunjukkan bahwa pemeriksaan secara organoleptik terhadap penambahan larutan bahan aktif *Eco-enzyme* memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh SNI tahun 2019 yaitu cair, homogen, warna dan bau khas. Hasil terbaik pada penelitian kami didapatkan hasil uji organoleptis pada PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5%. Bau dan warna yang dihasilkan dikarenakan kulit buah jeruk dan nanas memiliki senyawa fenolik, flavonoid, asam ferulat, dan juga kaya akan vitamin A dan vitamin C (Saraswati V., et al. 2017).

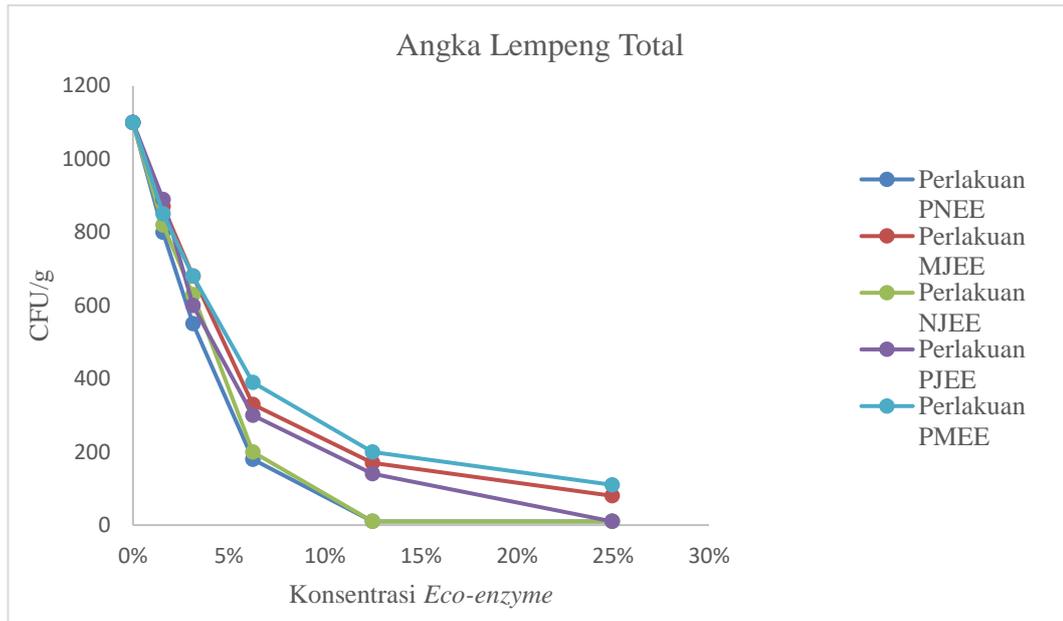
4.3 Pengujian Angka Lempeng Total

Uji Angka Lempeng Total (ALT) dan lebih tepatnya ALT aerob mesofil atau anaerob mesofil menggunakan media padat dengan hasil akhir berupa koloni yang dapat diamati secara visual berupa angka dalam koloni (cfu) per ml/gram atau koloni/100 ml. Cara yang digunakan antara lain dengan cara tuang, cara tetes, dan cara sebar (BPOM, 2008). Uji mikrobiologi metode TPC bertujuan untuk melihat berapa banyak mikroba yang terdapat pada *Multipurpose Cleaner*. Pengujian ini dihitung setelah masa inkubasi selama 72 jam. Hasil pengamatan uji angka lempeng total pada *Multipurpose Cleaner* dengan berbagai konsentrasi larutan *Eco-enzyme* dapat dilihat pada Tabel 5.

Parameter Uji	Konsentrasi	Perlakuan				
		PNEE	MJEE	NJEE	PJEE	PMEE
Angka Lempeng Total (CFU/g)	0%	1100	1100	1100	1100	1100
	1.6%	800	870	820	890	850
	3.1%	550	680	630	600	680
	6.2%	180	330	200	300	390
	12.5%	10	170	10	140	200
	25.0%	10	100	10	10	110

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Angka Lempeng Total pada *Multipurpose Cleaner*

Hasil uji angka lempeng total pada produk *Multipurpose Cleaner* yang dihasilkan dari penelitian ini menunjukkan semakin sedikit pertumbuhan mikroorganisme dalam produk setelah penambahan larutan bahan aktif *Eco-enzyme*. Berikut grafik yang menunjukkan variasi konsentrasi dan jenis larutan bahan aktif *Eco-enzyme* terhadap hasil angka lempeng total pada produk *Multipurpose Cleaner* yang dihasilkan:



Gambar 4.2. Grafik Analisa Angka Lempeng Total produk *Multipurpose Cleaner*

Hasil uji yang terbaik yaitu pada PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5%. Hal ini menunjukkan bahwa sabun cair cuci tangan yang diperoleh relatif higienis dari mikroorganisme yang dapat membahayakan konsumen. Hasil uji angka lempeng total pada sabun cair cuci tangan dalam penelitian ini memiliki angka cemaran mikroba yang memenuhi standar SNI 1842 tahun 2019 yakni kurang dari 1×10^3 koloni/gram.

Senyawa yang terkandung dalam kulit buah pepaya, jeruk dan nanas diketahui memiliki sifat fenolik dan polifenol (Hanis, M., et al. 2017). Senyawa-senyawa ini yang akan mengganggu proses pembentukan dan penyusunan dinding sel, bekerja dengan cara merusak protein yang terdapat pada dinding sel bakteri sehingga menyebabkan transportasi antara luar dan dalam sel terganggu yang berujung pada kematian sel.

4.4 Uji Stabilitas Emulsi dalam Air Sadah (1:100)

Hasil pengamatan uji kestabilan emulsi dalam air sadah (1:100) pada produk *Multipurpose Cleaner* dengan berbagai konsentrasi larutan bahan aktif *Eco-enzyme* dapat dilihat pada Tabel 6.

Jenis	Konsentrasi	Parameter
		Stabilitas Emulsi (1:100)
PNEE	1.6%	Stabil
	3.1%	Stabil
	6.2%	Stabil
	12.5%	Stabil
	25.0%	Stabil
MJEE	1.6%	Stabil
	3.1%	Stabil
	6.2%	Stabil
	12.5%	Stabil
	25.0%	Stabil
NJEE	1.6%	Stabil
	3.1%	Stabil
	6.2%	Stabil
	12.5%	Stabil
	25.0%	Stabil
PJEE	1.6%	Stabil
	3.1%	Stabil
	6.2%	Stabil
	12.5%	Stabil
	25.0%	Stabil
PMEE	1.6%	Stabil
	3.1%	Stabil
	6.2%	Stabil
	12.5%	Stabil
	25.0%	Stabil

Tabel 4.3. Hasil Analisa Stabilitas Emulsi dalam Air Sadah (1:100) pada produk

Multipurpose Cleaner

Cairan pembersih lantai menurut SNI 1842 tahun 2019 tidak akan membentuk emulsi jika cairan tersebut stabil dalam air sadah pada konsentrasi 1:100. Dari hasil penelitian dan pengamatan tidak didapatkan adanya flok yang terbentuk pada saat dilakukannya pengujian.

4.5 *Antimicrobial Effectiveness Test*

Hasil pengamatan uji *Antimicrobial Effectiveness Test* (AET) pada produk *Multipurpose Cleaner* dengan berbagai konsentrasi larutan bahan aktif *Eco-enzyme* dapat dilihat pada Tabel 7.

Parameter Uji	Konsentrasi	Perlakuan				
		PNEE	MJEE	NJEE	PJEE	PMEE
Antimicrobial Effectiveness Test	0.0%	Failed	Failed	Failed	Failed	Failed
	1.6%	Failed	Failed	Failed	Failed	Failed
	3.1%	Failed	Failed	Failed	Failed	Failed
	6.2%	Failed	Failed	Failed	Failed	Failed
	12.5%	Passed	Failed	Passed	Failed	Failed
	25.0%	Passed	Failed	Passed	Passed	Failed

Tabel 4.4. Hasil Analisa *Antimicrobial Effectiveness Test* (AET) pada produk *Multipurpose Cleaner*

Hasil uji *Antimicrobial Effectiveness Test* (AET) pada produk *Multipurpose Cleaner* yang dihasilkan dari penelitian ini menunjukkan hasil uji yang terbaik yaitu pada PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5%. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang diperoleh relatif higienis dari mikroorganisme yang dapat membahayakan konsumen. Hasil uji *Antimicrobial Effectiveness Test* (AET) pada produk *Multipurpose Cleaner* dengan pengaplikasian larutan bahan aktif *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5% sudah memiliki hasil yang memenuhi kriteria A dan kriteria B berdasarkan metode AET ISO 11930 tahun 2012. Pada pengujian AET ini akan berlanjut ke pengujian koefisien fenol dengan diambil sampel produk *Multipurpose Cleaner* dengan pengaplikasian larutan bahan aktif *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5%.

4.6 Uji Koefisien Fenol

Pengujian ini merupakan pengujian lanjutan dari AET dimana hasil pengamatan uji koefisien fenol pada produk *Multipurpose Cleaner* pada jenis *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5% dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Parameter Uji	Konsentrasi <i>Eco-enzyme</i> NJEE	Culture		
		<i>E. Coli</i>	<i>S. Aureus</i>	<i>P. Aeruginosa</i>
Koefisien Fenol	12.5%	4.0	5.0	4.37

Tabel 4.5. Hasil Analisa Lanjutan parameter Koefisien Fenol pada produk
Multipurpose Cleaner NJEE

Parameter Uji	Konsentrasi <i>Eco-enzyme</i> PNEE	Culture		
		<i>E. Coli</i>	<i>S. Aureus</i>	<i>P. Aeruginosa</i>
Koefisien Fenol	12.5%	3.5	5.0	3.75

Tabel 4.6. Hasil Analisa Lanjutan parameter Koefisien Fenol pada produk
Multipurpose Cleaner PNEE

Keampuhan bahan antimikroba sering kali dibandingkan dengan fenol, fenol sering digunakan untuk mematikan mikroorganisme. Hasil pengujian berkelanjutan menunjukkan bahwa *Multipurpose Cleaner* dengan pengaplikasian larutan bahan aktif *Eco-enzyme* dengan jenis PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5% menunjukkan hasil koefisien fenol yang memenuhi SNI 1842 tahun 2019 yaitu dengan angka fenol minimal 1.

Penelitian ini membuktikan bahwa adanya efektifitas antimikroba yang dihasilkan dari fermentasi limbah kulit buah pepaya, nanas dan juga jeruk yang diolah menjadi *Eco-enzyme* dan diaplikasikan ke dalam produk *Multipurpose Cleaner*. Ketiga bahan ini mengandung senyawa fenolik dan polifenol yang tinggi sehingga apabila salah satu dari kulit buah ini dikombinasikan dengan yang lainnya akan memiliki efek sinergis dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian “Pembuatan Produk *Multipurpose Cleaner* Dengan Pemanfaatan *Eco Enzyme* Dari Limbah Kulit Buah Sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba” dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik fisika larutan bahan aktif *Eco-enzyme* yang dihasilkan memiliki karakter yang berbeda-beda untuk tiap jenis limbah kulit buah yang digunakan.
2. Karakterisasi dengan alat FTIR digunakan untuk mendeteksi adanya gugus fungsi yang sama antara standar baku tiap enzim dengan larutan *Eco-enzyme* yang dihasilkan melalui proses fermentasi.
3. Nilai pH yang didapatkan pada produk *Multipurpose Cleaner* berkisar antara 6,5 sampai 10. Pemeriksaan pH terhadap penambahan larutan bahan aktif *Eco-enzyme* memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh SNI 1842 tahun 2019 yaitu pH 6-11. Jenis penggunaan *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12.5% adalah nilai pH yang terbaik yaitu 6,50 – 6,65.
4. Dari warna, tekstur, dan aroma produk *Multipurpose Cleaner* yang dihasilkan, hasil terbaik terlihat pada pengaplikasian *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12.5% dengan tekstur *liquid*, warna *yellowish to orange transparent* dan bau khas *fruity* segar.
5. Aktivitas antibakteri terhadap angka lempeng total dengan hasil uji yang terbaik yaitu pada pada pengaplikasian *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12.5% sebesar 10 koloni/gram. Penelitian ini memiliki angka cemaran mikroba yang memenuhi standar SNI 1842 tahun 2019 yakni kurang dari 1×10^3 koloni/gram.
6. Uji efektivitas antimikroba pada produk *Multipurpose Cleaner* melalui uji *Antimicrobial effectiveness test* menunjukkan adanya tingkat efektifitas

pada produk *Multipurpose Cleaner* dengan perlakuan PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5% dan PJEE pada konsentrasi 25%.

7. Melalui uji berkelanjutan, yaitu uji Koefisien Fenol, menunjukkan bahwa produk *Multipurpose Cleaner* dengan pengaplikasian *Eco-enzyme* jenis PNEE dan NJEE pada konsentrasi 12,5% memiliki keefektifan dalam membunuh mikroorganisme dan menunjukkan angka koefisien fenol >1 pada tiap kultur mikroorganisme, yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.
8. Uji kestabilan produk *Multipurpose Cleaner* dalam air sadah dengan konsentrasi 1:100 didapatkan bahwa semua konsentrasi dan jenis *Eco-enzyme* yang dipergunakan tidak menyebabkan munculnya flok-flok pada air sadah terkonsentrasi melalui pengujian ini.
9. Berdasarkan konsistensi hasil dari beberapa uji yang telah dilakukan didapatkan *Multipurpose Cleaner* dengan penambahan larutan bahan aktif *Eco-enzyme* PNEE dan NJEE dengan konsentrasi 12,5% adalah hasil yang terbaik. Konsentrasi ini juga dipilih karena dengan konsentrasi 12,5% sudah baik dalam menghambat ataupun membunuh pertumbuhan mikroorganisme, juga untuk efisiensi material dan biaya (*cost and material saving*) pengujian yang diperlukan dalam penelitian ini.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Melihat kandungan kimia dari limbah kulit buah yang cukup banyak tersedia, mempunyai manfaat yang cukup luas, maka limbah kulit buah pepaya, nanas, dan jeruk dapat dijadikan salah satu objek dalam bidang mikrobiologi khususnya dalam kaitan dengan potensi sebagai antibakteri.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan seperti *MIC (Minimum Inhibitory Control)* sehingga dapat diketahui untuk daya hambat minimum suatu desinfektan pada permukaan benda.
3. Perlu dilakukan pengujian toksisitas akut LD50 sehingga dapat diketahui nilai toksisitas suatu desinfektan yang diproduksi bagi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboh, M., Oladosu, P., dan Ibrahim, K. (2013). Antimicrobial Activities Of Some Brands Of Households Disinfectants Marketed In Abuja Municipal Area Council, Federal Capital Territory, Nigeria. *American Journal Of Research Communication*. 1(8): 172-183.
- Ana, C.-C.; Jesus, P.-V.; Hugo, E.-A.; Teresa, A.-T.; Ulises, G.-C.; Neith, P. Antioxidant capacity and UPLC–PDAESI–MS polyphenolic profile of *Citrus aurantium* extracts obtained by ultrasound assisted extraction. *J. Food Sci. Technol.* **2018**, 55, 5106–5114.
- Andrew C. Storer, Robert Ménard, in *Handbook of Proteolytic Enzymes* (Third Edition), 2013.
- Arun, C., & Sivashanmugam, P. (2015). Solubilization of Waste Activated Sludge Using a Garbage Enzyme Produced From Different Pre-consumer Organic Waste. *Journal of Royal Society of Chemistry*, 5, 51421-51427. <https://doi.org/10.1039/C5RA07959D>
- Dalimartha S., 2003, Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3, Puspa Swara, Jakarta.
- Dewi, D. A. P. R., Irvati, S., & Sarto. (2016). Efektivitas Desinfektan terhadap Bakteri Ruang Bedah Intalasi Bedah Sentral (IBS) Rumah Sakit Sanglah Denpasar. ResearchGate.
- Eshamah, Hanan., 2013. *Antibacterial effects of proteases on different strains of Escherichia coli and Listeria monocytogenes*. Clemson University. USA.
- Gunwantrao, B.B.; Bhausahab, S.K.; Ramrao, B.S.; Subhash, K.S. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of orange (*Citrus aurantium*L.) and pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) peel extract. *Ann. Phytomed.* **2016**, 5, 156–160.
- Gartika M, Sasmita IS, Satari MH, Chairulfattah A, Hilmanto D. Antibacterial activity of papain against *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *Int J Dev Res*, 2014; 4:2075-7.
- Indan Entjang. 2010. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Bandung: Penerbit Alumni.
- ISO 22716; Cosmetics - Good Manufacturing Practices (GMP) – Guidelines on Good Manufacturing Practices.
- Kumar M.H.A. et al. (2020). *Antimicrobial Efficacy of Fruit Peels Eco-Enzyme against Enterococcus faecalis: An In Vitro Study*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

Ménard R, Khouri HE, Plouffe C, Dupras R, Ripoll D, Vernet T, dkk. (Juli 1990). "Sebuah studi rekayasa protein tentang peran aspartat 158 dalam mekanisme katalitik papain". *Biokimia*. **29** (28): 6706–13. doi : 10.1021 / bi00480a021.

Nazim, F., & Meera, V. (2013). Treatment of synthetic greywater using 5 percent and 10 percent garbage enzyme solution. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, **3**, 111-117. <https://doi.org/10.9756/BIJIEMS.4733>

Rahmat, Deni. et al. 2017. Peningkatan aktivitas antimikroba ekstrak nanas (*Ananas comosus* L.) dengan pembentukan nanopartikel. Universitas Pancasila.

Roy, S.; Lingampeta, P. Solid wastes of fruits peels as source of low cost broad spectrum natural antimicrobial compounds—Furanone, furfural and benzenetriol. *Int. J. Res. Eng. Technol.* 2014, **3**, 273–279.

Sagar, N.A.; Pareek, S.; Sharma, S.; Yahia, E.M.; Lobo, M.G. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* **2018**, **17**, 512–531.

Suerni, E., Alwi, M., M.Guli, M., 2013. Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.), Salak (*Salacca edulis* Reinw.) dan Mangga (*Mangifera odorta* Griff.) terhadap Daya Hambat *Staphylococcus aureus*. ISSN: 1978-6417. *Jurnal Biocelebes*, Vol 7 No. 1, Juni 2013 hal 35-47.

Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), The SCCS's Notes of Guidance for the Testing of Cosmetic Ingredients and their Safety Evaluation, 7th Revision.

Siegert W., Evaluation of the Microbiological Safety of Finished Cosmetic Products, Euro Cosmetics 3-2010.

Tang, F.E., & Tong, C.W. (2011). A study of the garbage enzyme's effects in domestic wastewater. *International Journal of Environment, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, **5**, 887-892.



UNIVERSITAS JAYABAYA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Teknik Elektro | Teknik Kimia | Teknik Mesin
TERAKREDITASI B



SURAT TUGAS
Nomor : 71.45.18/S.Tgs/KJK/FTI-UJ/IX/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Yeti Widyawati, S.T, M.Si
NIDN : 0330087201
Jabatan : Ketua Prodi Teknik Kimia S1 FTI-UJ

Dengan ini memberikan tugas kepada nama dibawah ini :

Nama : Donna Imelda, S.T., M. Si
NIDN : 0318017301
Jabatan : Dosen Tetap Program Studi Teknik Kimia FTI-UJ

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian dalam rangka mengemban tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021 dengan judul **“Pembuatan Produk *Multipurpose Cleaner* dengan Pemanfaatan *Eco Enzyme* dari Limbah Kulit Buah sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba”**

Demikian surat tugas ini diberikan untuk digunakan sebagaimana mestinya, dan agar dapat dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab. Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terimakasih.

Jakarta, 18 September 2020
Ketua Prodi Teknik Kimia S1

Dr. Yeti Widyawati, ST, M.Si

Tembusan kepada Yth :

1. Dekan FTI-UJ (untuk diketahui);
 2. Para Wakil Dekan FTI-UJ;
 3. Ka.UPM FTI-UJ;
 4. Ka. UPPP FTI-UJ;
 5. Yang bersangkutan;
- Arsip



UNIVERSITAS JAYABAYA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Teknik Elektro | Teknik Kimia | Teknik Mesin
TERAKREDITASI B



SURAT TUGAS

Nomor : 71.45.18/S.Tgs/KJK/FTI-UJ/IX/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Yeti Widyawati, S.T, M.Si
NIDN : 0330087201
Jabatan : Ketua Prodi Teknik Kimia S1 FTI-UJ

Dengan ini memberikan tugas kepada nama dibawah ini :

Nama : Donna Imelda, S.T., M. Si
NIDN : 0318017301
Jabatan : Dosen Tetap Program Studi Teknik Kimia FTI-UJ

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian dalam rangka mengemban tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021 dengan judul **“Pembuatan Produk *Multipurpose Cleaner* dengan Pemanfaatan *Eco Enzyme* dari Limbah Kulit Buah sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba”**

Demikian surat tugas ini diberikan untuk digunakan sebagaimana mestinya, dan agar dapat dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab. Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terimakasih.

Jakarta, 18 September 2020
Ketua Prodi Teknik Kimia S1

Dr. Yeti Widyawati, ST, M.Si

Tembusan kepada Yth :

1. Dekan FTI-UJ (untuk diketahui);
 2. Para Wakil Dekan FTI-UJ;
 3. Ka.UPM FTI-UJ;
 4. Ka. UPPP FTI-UJ;
 5. Yang bersangkutan;
- Arsip



UNIVERSITAS JAYABAYA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Teknik Elektro | Teknik Kimia | Teknik Mesin
TERAKREDITASI B



SURAT KETERANGAN

Nomor: 71.45.18/S.Ket/KJK/FTI-UJ/I/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Yeti Widyawati, S.T., M. Si
NIDN : 0330087201
Jabatan : Ka. Prodi Teknik Kimia S1 FTI-UJ

Menerangkan bahwa:

Nama : Donna Imelda, S.T., M. Si
NIDN : 0318017301
Jabatan : Dosen Tetap Prodi Teknik Kimia FTI-UJ

Telah selesai melaksanakan penelitian yang berjudul **“Pembuatan Produk *Multipurpose Cleaner* dengan Pemanfaatan *Eco Enzyme* dari Limbah Kulit Buah sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba”** pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021. Yang bersangkutan juga telah menyerahkan laporan penelitiannya dan disimpan di Perpustakaan Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya agar hasil penelitiannya dapat dimanfaatkan lebih luas oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan dengan penuh tanggung jawab. Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Jakarta, 18 Januari 2021
Ka. Prodi Teknik Kimia

Dr. Yeti Widyawati, S.T., M. Si.

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan FTI-UJ (untuk diketahui);
2. Para Wakil Dekan FTI-UJ;
3. Ka.UPM FTI-UJ;
4. Ka. UPPP FTI-UJ;
5. Yang bersangkutan;

Arsip



UNIVERSITAS JAYABAYA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Teknik Elektro | Teknik Kimia | Teknik Mesin
TERAKREDITASI B



SURAT KETERANGAN
Nomor: 019/S.Ket/Ka.Perpus/FTI-UJ/I/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dra. Tati Indarwati
Jabatan : Ka. Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Jayabaya

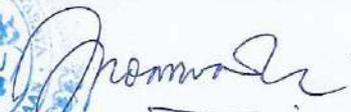
Menerangkan bahwa:

Nama : Donna Imelda, S.T., M. Si
NIDN : 0318017301
Jabatan : Dosen Tetap Prodi Teknik Kimia FTI-UJ

Telah menyerahkan laporan penelitiannya yang berjudul **“Pembuatan Produk Multipurpose Cleaner dengan Pemanfaatan Eco Enzyme dari Limbah Kulit Buah sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba”** kepada Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Jayabaya untuk disimpan dan didokumentasikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan dengan penuh tanggung jawab. Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Jakarta, 19 Januari 2021
Ka. Perpustakaan Universitas Jayabaya



Dra. Tati Indarwati

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan FTI-UJ (untuk diketahui);
2. Para Wakil Dekan FTI-UJ;
3. Ka. UPM FTI-UJ;
4. Ka. UPPP FTI-UJ;
5. Yang bersangkutan;

Arsip