MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

TEKNOLOGI BIODIESEL

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI BIOMASSA

Program Keahlian : Teknik Energi Terbarukan

KELOMPOK KOMPETENSI 7

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2015

TEKNOLOGI BIODIESEL

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK BIOMASSA

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI TERBARUKAN

Penyusun:

Tim PPPPTK

BMTI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2015

KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasi perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabaran Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP: 195908011985031002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI i
DAFTAR GAMBAR v
DAFTAR TABEL vii
PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Tujuan 3
C. Peta Kompetensi 3
D. Ruang Lingkup 5
E. Saran Cara Penggunaan Modul 5
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : TEKNIK KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN 6
A. Tujuan 6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi 6
C. Uraian Materi 7
Bahan Bacaan 1: Pengantar Komunikasi 7
Bahan Bacaan 2: Proses Terjadinya Komunikasi 9
Bahan Bacaan 3: Teknik Mengatasi Hambatan Komunikasi 12
Bahan Bacaan 4 : Komunikasi Efektif 14
Bahan Bacaan 5 : Komunikasi Interpersonal 23
Bahan Bacaan 6 : Macam-macam Metode mengajar untuk Membangun Komunikasi efektif dengan peserta didik 41
D. Aktivitas Pembelajaran 48
Aktivitas 1 Diskusi Kelompok: Pengantar Idenfitikasi Isi Materi Pembelajaran. 48
Aktivitas 2 Diskusi dan Penggalian Informasi: Pengantar Komunikasi 48
Aktivitas 3: Teknik Komunikasi Efektif di Kelas 48
Aktivitas 4: Komunikasi Effektif 49

Aktivitas 5: Komunikasi Interpersonal 49
E. Rangkuman 59
F. Tes Formatif (Per kegiatan pembelajaran. Berupa Tes Lisan, atau Tulisan, dan Perbuatan) 60
G. Kunci Jawaban 61
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : BAHAN BAKU BIODIESEL 62
A. Tujuan 62
B. Indikator Pencapaian Kompetensi 62
C. Uraian Materi 62
Bahan bacaan 1. Kelapa Sawit 62
Bahan bacaan 2. Tanaman Nyamplung 80
Bahan Bacaan 3. Jarak Pagar 87
D. Aktivitas Pembelajaran 99
E. Rangkuman 100
F. Tes Formatif 102
G. Kunci Jawaban 104
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PEMBUATAN BIODIESEL 108
A. Tujuan 108
B. Indikator Pencapaian Kompetensi 108
C. Uraian Materi 108
D. Aktivitas Pembelajaran 119
E. Rangkuman 120
F. Tes Formatif 120
G. Kunci Jawaban 122
Kegiatan Pembelajaran 4 Pengujian Biodiesel 131
A. Tujuan 131
B. Indikator Pencapaian Kompetensi 131
C. Uraian Materi 131
Bahan Bacaan 1. Standar Biodiesel 131
D. Aktifitas Pembelajaran 137

E. Rangkuman 138
F. Tes Formatif 139
G. Kunci Jawaban 140
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PERALATAN PENGOLAHAN BIODIESEL 165
A. Tujuan 165
B. Indikator Pencapaian Kompetensi 165
C. Uraian Materi 165
D. Aktivitas Pembelajaran 183
E. Rangkuman 185
F. Tes Formatif 186
G. Kunci Jawaban 187
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PEMANFAATAN DAN PEMASARAN BIODIESEL 190
A. Tujuan 190
B. Indikator Pencapaian Kompetensi 190
C. Uraian Materi 190
Bacaan 1 . Pemanfaatan Biodiesel 190
Bacaan 2. Penyimpanan Biodiesel 201
Bacaan 3. Pencampuran Biodiesel 207
Bacaan 4. Pemanfaatan Limbah Proses Pembuatan Biodiesel 213
Bacaan 5. Konsep Pemasaran 216
D. Aktivitas Pembelajaran 228
E. Rangkuman 229
F. Tes Formatif 230
G. Kunci Jawaban 232
PENUTUP 236
Uji Kompetensi 237
DAFTAR PUSTAKA 240
GLOSARIUM 244
LAMPIRAN 245

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Persemaian Kelapa Sawit dalam Polibag 66
Gambar 2. 2 Bibit Kelapa Sawit Siap Dipindahkan ke Lapangan..... 68
Gambar 2. 3 Tumpangsari Kelapa Sawit dengan Ubi Kayu 69
Gambar 2. 4 Pengendalian Gulma dengan cara Bokoran 71
Gambar 2. 5 Tandan Buah yang Siap Panen 78
Gambar 2. 6 Tandan Buah Segar Kelapa Sawit yang telah Panen 79
Gambar 2. 7 Morfologi Tanaman Nyamplung 82
Gambar 2. 8 Bibit Nyamplung pada Berbagai Tingkat Umur..... 84
Gambar 2. 9 Bibit yang Sehat Siap Tanam 89
Gambar 2. 10 Pemangkasan 92
Gambar 2. 11 Biji Kering Per Hektar Lahan..... 94
Gambar 2. 12 Buah yang sudah matang 99

Gambar 3. 1 Trigliserida..... 108
Gambar 3. 2 Digliserida..... 111
Gambar 3. 3 Monogliserida 111
Gambar 3. 4 Reaksi transesterifikasi katalis basa dengan metanol..... 113
Gambar 3. 5 Reaksi transesterifikasi katalis basa dengan etanol..... 113
Gambar 3. 6 Reaksi Transesterifikasi Trigliserida dengan Metanol(Mittelbach & Remschmidt, 2004) 114
Gambar 3. 7 Reaktor Biodiesel 114
Gambar 3. 8 Pemisahan fasa biodiesel (atas) dan gliserol (bawah) 115
Gambar 3. 9 Proses Pencucian..... 117
Gambar 3. 10 Set Alat Pengering Biodiesel 118

Gambar 4. 1 Viskometer Cannon Fenske..... 161
Gambar 4. 2 Piknometer..... 163

Gambar 5. 1 Buah jarak pagar pada beberapa tingkat kematangan..... 166
Gambar 5. 2 Alat bantu panen kelapa sawit egrek (kiri) dan kapak buah (kanan).... 167
Gambar 5. 3 Alat pemecah buah jarak 168
Gambar 5. 4 Pengepresan biji menggunakan dongkrak hidrolik..... 169
Gambar 5. 5 Alat pres berulir : double stage screw expeller (atas) dan single stage screw Expeller(bawah) . Sumber: (Suparlan et at., 2010) 170
Gambar 5. 6 Desain screw press single stage 171
Gambar 5. 7 Teknik ekstraksi minyak menggunakan pelarut (kiri) dan Teknik pemisahan minyak dari pelarut (kanan) 171
Gambar 5. 8 Alat penyaring minyak nabati (kiri) tipe putar dan tipe horisontal (kanan)..... 172
Gambar 5. 9 Beberapa contoh reaktor biodiesel..... 173

Gambar 5. 10 Reaktor biodiesel (kanan) reaktor awal dan reaktor (kiri) pengembangan(Modul rekayasa peralatan pembuatan biodiesel, PPPPTK BMTI, 2013)..... 174
Gambar 5. 11 Detail bagian-bagian reaktor pengembangan..... 175
Gambar 5. 12 Kondensor 176
Gambar 5. 13 Heater dan termokopel..... 177
Gambar 5. 14 Gelas indikator 178
Gambar 5. 15 Pompa input-output..... 179
Gambar 5. 16 Pompa Vakum 180
Gambar 5. 17 Kaca Kontrol 180
Gambar 5. 18 Corong input katalis 181
Gambar 5. 19 Sistem agitator reaktor (kiri)&drive motor reaktor biodiesel multifungsi (kanan)..... 182
Gambar 5. 20 Aliran cairan tipe radial (kiri) dan axial (kanan) 183
Gambar 5. 21 Bentuk impeller pada agitator tipe radial (a) dan axial (b) 183

Gambar 6. 1 Siklus Biodiesel 191
Gambar 6. 2 Perbandingan Emisi Pembakaran Biodiesel Dengan Solar..... 192
Gambar 6. 3 Efek Campuran Biodiesel terhadap Emisi CO_2 193
Gambar 6. 4 Skema Pemanfaatan Biodiesel di Indonesia 196
Gambar 6. 5 *Roadmap* Sektor Energi Biodiesel 197
Gambar 6. 6 Instalasi Tangki Stabilitas Penyimpan Di Dalam Ruangan..... 205
Gambar 6. 7 Konstruksi Dan Instalasi Tangki Stabilitas Penyimpan Di Luar Ruangan205
Gambar 6. 8 Tangki Pengujian Stabilitas PenyimpananBiodiesel yang Ditimbun 206
Gambar 6. 9 Tangki pengujian stabilitas penyimpanan biodiesel diatas permukaan tanah..... 206
Gambar 6. 10 Ilustrasi Pencampuran *Splash Blending* 209
Gambar 6. 11 Ilustrasi Pencampuran *Inline Blending*..... 209
Gambar 6. 12 Ilustrasi Pencampuran *Intank Blending* 210
Gambar 6. 13 Grafik *Realisasi Mandatory* Pemanfaatan Biodiesel..... 212
Gambar 6. 14 pemisahan antara biodiesel dan gliserin 213
Gambar 6. 15 Pola Ditribusi dan Monitoring Mutu Biodiesel..... 222
Gambar 6. 16 Grafik Kebutuhan Biodiesel Menurut Skenario..... 225
Gambar 6. 17 Pengangkutan dan Penyimpanan Biodiesel..... 225

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Dosis dan Jenis Pupuk untuk Bibit 67
Tabel 2. 2 Dosis Pemupukan pada Tanaman Kelapa Sawit yang Sudah Menghasilkan…….. 72
Tabel 2. 3 Dosis Pemupukan per pohon per tahun untuk Tanaman yang Belum Menghasilkan, yang berumur 0-3 tahun 72
Tabel 2. 4 Pembuatan TBS, Minyak Sawit dan Inti Sawit Berbagai Umur Tanaman per Hektar……. 79
Tabel 2. 5 Kondisi Lingkungan untuk Pertumbuhan Nyamplung 83
Tabel 3. 1 Rumus Kimia Asam lemak yang terkandung dalam Minyak Nabati 109
Tabel 3. 2 Perkiraan Berat Asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terkandung dalam minyak nabati dan lemak hewan 109
Tabel 4. 1 Standar Biodiesel yang Berlaku di Indonesia 135
Tabel 5. 1 Perbedaan kelebihan pada reaktor awal dan reaktor pengembangan 174
Tabel 6. 1 Perbandingan Emisi Pembakaran Biodiesel Dengan Solar 192
Tabel 6. 2 *Roadmap* Sektor Energi Bio Diesel 198
Tabel 6. 3 Pentahapan Kewajiban Minimal Pemanfaatan Biodiesel (B100) sebagai Campuran Bahan Bakar Minyak 211
Tabel 6. 4 Realisasi Mandatory Pemanfaatan Biodiesel 211
Tabel 6. 5 Macam-macam Penggunaan Gliserol di Industri 216
Tabel 6. 6 Daftar Perusahaan Pemasok *FAME* sebesar 1,87 juta KL 226
Tabel 6. 7 Serapan Biodiesel 227

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanasan global yang memicu terjadinya perubahan iklim telah menjadi perhatian masyarakat dunia. Wacana ini diangkat ke acara *Earth Summit* di Rio de Janeiro, Brazil, pada tahun 1992 yang menghasilkan Kerangka Konvensi untuk Perubahan Iklim (*United Nation Framework Convention on Climate Change- UNFCCC*) dan ditandatangai oleh 167 negara. Kerangka ini mengikat secara moral semua negara-negara industri untuk menstabilkan emisi CO_2. Indonesia ikut menyetujui konvensi ini melalui Undang Undang No. 6 Tahun 1994 mengenai perubahan iklim dan Undang Undang No. 17 Tahun 2004 tentang pengesahan Protokol Kyoto.

Emisi CO_2 dapat berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti: batubara, minyak bumi dan gas bumi, emisi dari industri semen dan konversi lahan. Berdasarkan data dari *Carbon Dioxide Information Analysis Center* (2000) penggunaan bahan bakar fosil merupakan sumber utama emisi CO_2 di dunia dan mencapai 74% dari total emisi. Konversi lahan mempunyai kontribusi sebesar 24% dan industri semen sebesar 3%. Emisi CO_2 merupakan bagian terbesar dari emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Indonesia dengan pangsa sebesar hampir 70 % sedangkan gas lainnya sebesar 30 %. Berdasarkan laporan Komunikasi Nasional Pertama, sumber utama emisi GRK adalah sektor energi dan sektor kehutanan. Sektor energi mempunyai pangsa sebesar 46 % dari total emisi GRK yang berasal dari penggunaan bahan bakar fosil pada bermacam-macam aktivitas seperti: pembuatan energi, pengolahan energi dan juga pembakaran energi yang digunakan baik untuk pembangkit listrik maupun untuk keperluan industri lainnya

Melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM, Pemerintah mengumumkan rencana Indonesia untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak. Kebijakan ini bertujuan untuk mewujudkan keamanan pasokan

energi dalam negeri. Kebijakan utama meliputi penyediaan energi yang optimal, pemanfaatan energi yang efisien, penetapan harga energi ke arah harga keekonomian dan pelestarian lingkungan.

Pengembangan bioenergi atau bahan bakar nabati sebagai sumber energi alternatif sangat strategis untuk mengatasi permasalahan yang ada. Langkah nyata pemerintah Indonesia dalam pengembangan bahan bakar nabati adalah dengan diterbitkannya Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain.

Penggunaan bahan bakar nabati sebagai subtitusi BBM juga telah didukung oleh Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia nomor 25 tahun 2013 tentang perubahan atas peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor 32 tahun 2008 tentang penyediaan, pemanfaatan, dan tata niaga bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain. Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia nomor 25 tahun 2013 bahan bakar yang ditetapkan kewajiban minimalnya sebagai campuran bakar minyak adalah biodiesel, bioetanol, dan minyak nabati murni.

Biodiesel merupakan bentuk ester dari minyak nabati. Bahan baku dapat berasal dari kelapa sawit, jarak pagar, kedelai dan kelapa. Dalam pemanfaatannya dicampur dengan minyak solar dengan perbandingan tertentu. B5 merupakan campuran 5% biodiesel dengan 95% minyak solar yang dijual secara komersil oleh Pertamina dengan nama dagang biosolar.

Salah satu jenis bahan bakar yang banyak digunakan di Indonesia adalah bahan bakar solar. Potensi pengembangan bahan bakar pengganti minyak solar cukup besar mengingat kebutuhan solar nasional di tahun 2010 adalah sebesar 18.093 ribu SBM. Angka ini tentu saja bukan angka yang kecil mengingat jumlah ini hanya dibutuhkan oleh satu negara saja. Jika hal ini dibiarkan terus menerus tanpa ada solusi pengendalian, maka ketersediaan

bahan bakar dunia akan terancam dan tidak ada yang tersisa untuk kelanjutan hidup di masa yang akan datang. Oleh karena itu, perlu adanya bahan bakar diesel alternatif yang memiliki sifat mirip dengan solar tetapi dapat diperbarui. Salah satu bahan bakar alternatif tersebut adalah biodiesel.

Biodiesel merupakan alternatif terbaik pengganti bahan bakar diesel. Selain dapat digunakan secara langsung pada mesin tanpa modifikasi, juga ramah lingkungan (Xu dan Wu, 2003). Biodiesel dapat dibuat dari dari minyak nabati (Ramos *et al.,* 2009),lemak hewan (Saraf dan Thomas, 2007), maupun minyak goreng bekas (Sunthitikawinsakul dan Sangatith, 2012).

Karakteristik minyak nabati tidak memungkinkan penggunaannya secara langsung karena terdapat asam lemak bebas, getah dan viskositasnya tinggi sehingga dapat mengganggu performa mesin diesel dan dapat mengakibatkan pengendapan pada mesin disel (Rodrigues *et al.*, 2006). Oleh karena itu,diperlukan suatu proses untuk mengubah minyak nabati menjadi bahan bakar (Korus et al., 2000). Schwab et al. (1987) mengatakan, ada tiga teknologi yang pada umumnya digunakan untuk mempembuatan biodiesel, yaitu pirolisis, mikroemulsifikasi, dan transesterifikasi.

B. Tujuan

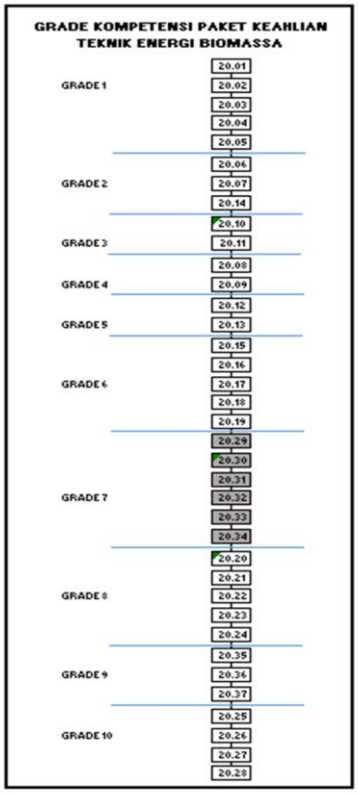
Setelah menyelesaikan modul ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami berbagai aspek yang menjadi bagian dalam pengelolaanbahan baku biodiesel, proses pembuatan biodiesel, pengujian hasil biodiesel, rekayasa alat pengolah biodiesel, pemanfatan dan pemasaran biodiesel.

C. Peta Kompetensi

Melalui materi pembelajaran ini, Anda akan melakukan tahapan kegiatan pembelajaran kompetensi pedagogi dan profesional pada grade 7 (tujuh) secara *one shoot training* dengan moda langsung (tatap muka). Modul Teknik Teknologi Biodiesel kedudukannya berada pada paket keahlian Teknik Energi Biomassa.

Pada pembelajaran kompetensi pedagogi, Anda akan mempelajari prosedur pengembangan kurikulum yang terkait dengan mata pelajaran pengelolaan utilitas melalui beberapa aktivitas belajar antara lain mempelajari bahan bacaan, diskusi, studi kasus, mengerjakan tugas dan menyelesaikan test formatif.

Pada pembelajaran kompetensi profesional, Anda akan mempelajari bahan baku biodiesel, proses pembuatan biodiesel skala laboratorium, pengujian hasil biodiesel skala laboratorium, rekayasa alat pembuatan biodiesel skala laboratorium, serta pemanfaatan dan pemasaran biodiesel di Indonesia melalui beberapa kegiatan antara lain diskusi, menyelesaikan tes formatif, dan melakukan tugas praktik. Alokasi waktu yang disediakan untuk menyelesaikan materi pembelajaran ini adalah 100 JP (jam pelajaran).



D. Ruang Lingkup

Modul ini berisi pengetahuan tentang teknologi biodiesel yaitu pengelolaan bahan baku biodiesel, proses pembuatan biodiesel skala laboratorium, pengujian hasil biodiesel skala laboratorium, rekayasa alat pembuatan biodiesel skala laboratorium, pemanfatan dan pemasaran biodiesel di Indonesia.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

1. Baca semua isi dan petunjuk pembelajaran modul mulai halaman judul hingga akhir modul ini. Ikuti semua petunjuk pembelajaran yang harus diikuti pada setiap Kegiatan Belajar.
2. Belajar dan bekerjalah dengan penuh tanggung jawab dan sepenuh hati, baik secara kelompok maupun individual sesuai dengan tugas yang diberikan.
3. Kerjakan semua tugas yang diberikan dan kumpulkan sebanyak mungkin informasi yang dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman Anda terhadap modul ini.
4. Kompetensi yang dipelajari di dalam modul ini merupakan kompetensi minimal. Oleh karena itu disarankan Anda mampu belajar lebih optimal.
5. Laporkan semua pengalaman belajar yang Anda peroleh baik tertulis maupun lisan sesuai dengan tugas setiap modul.

BAB II

KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : TEKNIK KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ajar dan melakukan latihan serta diskusi, peserta mampu:

1. Mendeskripsikan prinsip dan teknik komunikasi efektif dalam suasana pembelajaran yang menyenangkan dengan baik dan benar;
2. Mempraktikkan teknik komunikasi efektif dalam pembelajaran di kelas secara santun dan empatik;
3. Membangun komunikasi dengan siswa dalam konteks materi ajar secara efektif .

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

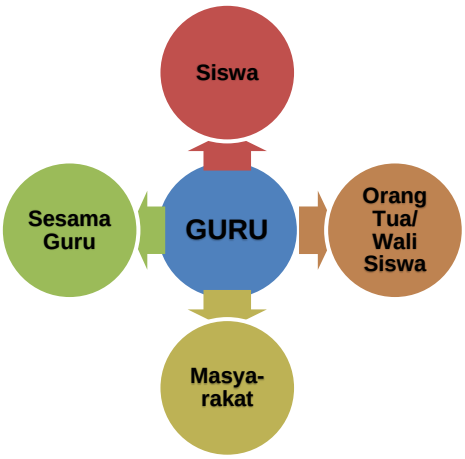
1. Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk penyiapan kondisi psikologis peserta didik, agar ambil bagian dalam permainan melalui bujukan dan contoh sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
2. Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk mengajak peserta didik, agar ambil bagian dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
3. Komunikasi yang efektif ,empatik, dan santun dilakukan agar peserta didik merespon ajakan guru dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
4. Komunikasi oleh guru yang efektif ,empatik, dan santun dilakukan untuk merespon peserta didik secara lengkap dan relevan sesuai dengan pertanyaan dan perilaku siswa.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1: Pengantar Komunikasi

Salah satu tuntutan kemampuan guru yang tersirat dalam standar kompetensi guru yaitu berkaitan dengan kemampuan guru untuk mengkomunikasi materi yang akan diajarkan kepada siswa. Sesuai Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru disebutkan dalam salah satu kompetensi yaitu kompetensi sosial, disyaratkan adanya kemampuan guru untuk berkomunikasi dan berinteraksi secara efektif dan efisien dengan siswa, sesama guru, kepala sekolah, orang tua/wali siswa dan masyarakat sekitar.

Gambar 1.1	Interaksi guru



Oleh karena itu, penguasaan kemampuan berkomunikasi merupakan hal yang tidak dapat dielakkan oleh guru.

Mengapa komunikasi begitu penting?

Kualitas sebuah pembelajaran sangat dipengaruhi efektif tidaknya suatu komunikasi yang berlangsung di dalamnya. Komunikasi dapat dikatakan efektif dalam pembelajaran

merupakan proses transformasi pesan berupa ilmu pengetahuan dan teknologi dari pendidik kepada peserta didik, dimana peserta didik mampu memahami maksud pesan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan, sehingga akan berdampak pada bertambahnya wawasan/pengetahuan/keterampilan pada peserta melalui interaksi melalui komuniksi yang produktif antara guru dengan peserta didik, sehingga menghasilkan perubahan perilaku dalam diri siswa secara positif. Gurumemiliki peranan paling penting terhadap kelangsungan komunikasi secara efektif dalam suatu pembelajaran, sehingga sebagai pendidik, guru dituntut memiliki kemampuan berkomunikasi yang baik agar menghasilkan proses pembelajaran yang efektif.

Kegiatan pembelajaran merupakan proses transformasi pesan edukatif berupa materi belajar dari sumber belajar kepada pembelajar. Dalam pembelajaran terjadi proses komunikasi untuk menyampaikan pesan dari pendidik kepada peserta didik dengan tujuan agar pesan dapat diterima dengan baik dan berpengaruh terhadap pemahaman serta perubahan tingkah laku. Dengan demikian keberhasilan kegiatan pembelajaran sangat tergantung kepada efektifitas proses komunikasi yang terjadi dalam pembelajaran tersebut. Berikut beberapa pendapat tentang definisi atau pengertian komunikasi, sebagai berikut:

- **Theodore Herbert:**

  Komunikasi merupakan proses yang di dalamnya menunjukkan arti pengetahuan dipindahkan dari seseorang kepada orang lain, biasanya dengan maksud mencapai beberapa tujuan khusus.
- **Evertt M. Rogers:**

  Komunikasi sebagai proses yang di dalamnya terdapat suatu gagasan yang dikirimkan dari sumber kepada penerima dengan tujuan untuk merubah perilakunya.
- **Wilbur Schramm:**

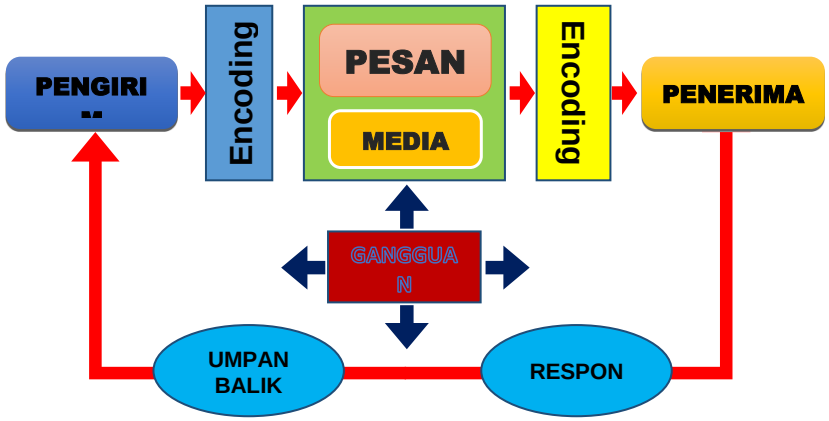
  Komunikasi merupakan tindakan melaksanakan kontak antara pengirim dan penerima, dengan bantuan pesan; pengirim dan penerima memiliki beberapa pengalaman bersama yang memberi arti pada pesan dan simbol yang dikirim oleh pengirim, dan diterima serta ditafsirkan oleh penerima. (Suranto:2005)
- **Concise Oxford Dictionary**

Tindakan menyampaikan, terutama berita, atau ilmu dan praktek transmisi informasi. Definisi ini jelas menunjukkan hubungan antara pengajaran dan guru komunikasi terus-menerus menanamkan pengetahuan baru, atau transmisi informasi.

Bahan Bacaan 2: Proses Terjadinya Komunikasi

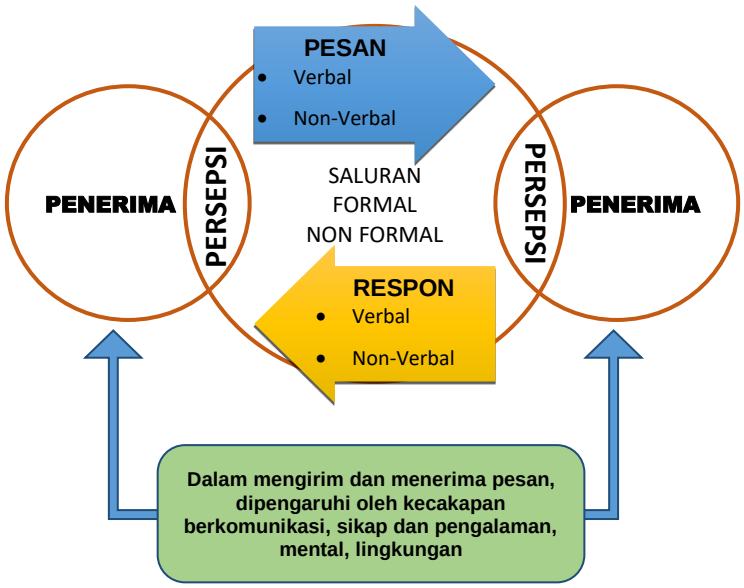
Komunikasi yang efektif terjadi, apabila ada transmisi pengertian antara pengirim dan penerima informasi. Transmisi pengertian termaksud terjadi, apabila digunakan simbol-simbol yang sama-sama dimengerti, baik dalam bentuk verbal maupun non verbal.

Gambar 1.2	Model Komunikasi



Bila dicermati, berdasarkan diagram model komunikasi tersebut, terdapat beberapa unsur penting, sebagai berikut:

Gambar 1.3	Model Komunikasi Efektif



1. **Pengirim (Sender)**→Pengirim/sumber pesan merupakan pihak atau orang yang mempunyai ide, keinginan, kehendak, pemikiran, informasi, tujuan, dan sebagainya untuk mengkomunikasikannya kepada pihak lain.

   Sender mencoba untuk memilih tipe pesan dan saluran yang akan digunakan yang dinilai paling efektif. Sebelum terjadinya penyaluran informasi sender *mensandikan (encoding)* pesannya baik verbal maupun non verbal (pesan non verbal dimaksudkan bahwa seseorang tidak berkomunikasi secara lisan ataupun tulisan, melainkan dengan *gesture*). Terdapat beberapa prinsip yang perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan proses *encoding*, yakni: relevansi, kesederhanaan, pengorganisasian, pengulangan, focus.

2. **Penerima Pesan (Receiver)**→ yaitu orang yang menerima dan menginterpretasi pesan atau informasi dari pengirim pesan.
3. **Message (Pesan)**→ merupakan ide-ide, fakta-fakta, atau problem yang dimaksud oleh sender untuk dikomunikasikan kepada receiver. Pesan merupakan harapan pihak yang memberi pesan (source) kepada penerima pesan (receiver) melalui proses encoding.

Suatu pesan yang dikirim dengan pesan yang diterima tidak selalu sama. Proses encoding dan decoding bervariasi antara satu orang dengan orang lain. Hal itu dipengaruhi oleh faktor kecakapan dalam berkomunikasi, sikap, dan pengalamannya, maupun kematangan mental kedua belah pihak, serta perbedaan latar belakang dan pandangannya.

4. **Channel (Saluran)**→ merupakan sarana atau media pembawa pesan. Dalam hal ini berupa telepon, pertemuan kelompok, memo, system penghargaan, pernyataan kebijaksanaan, jadwal dan sebagainya, yang dapat melakukan transmisi (penyampaian) ide anda.
5. **Feedback (Balikan)**→ komunikasi yang efektif akan mengikuti jalur dua arah, maka balikan dari receiver kepada sender adalah penting, sebagai bentuk respon atas pesan yang disampaikan oleh sender kepada receiver. Pentingnya balikan, adalah karena asumsi bahwa tidak semua yang dikatakan atau ditulis pasti dapat dipahami oleh receiver. merupakan informasi yang kembali pada pemberi pesan, yang memberikan pertanda tentang penerimaan pesan yang telah diberikan.
6. **Perspesi (Perception)**→ persepsi terdapat pada kedua belah pihak (pengirim dan penerima pesan) Jadi persepsi pada diri setiap orang pada dasarnya dipengaruhi oleh obyek yang dilihat, cara mengorganisasikan obyek tersebut ke dalam memori,dan arti yang dapat ditangkap dari obyek tersebut.

Permainan:

Pilihlah salah satu situasi berikut yang paling anda senangi atau sering anda lakukan pengalaman anda dalam berkomunikasi

1. belanja suatu barang,
2. pesan makanan melalui telepon *delivery service*,
3. memberikan perintah kepada siswa
4. menghadiri suatu rapat.

kemudian isilah unsur-unsur berikut sesuai situasi yang anda pilih (waktu 5 menit): Pengirim : .....

- Pesan : .....
- Penerima : .....
- Media : .....
- Umpan Balik : .....
- Gangguan : .....

Bahan Bacaan 3: Teknik Mengatasi Hambatan Komunikasi

Agar dalam berinteraksi dengan orang lain melalui komunikasi efektif, maka perlu adanya penajaman pada aspek kecakapan (menyampaikan dan menerima informasi), menyadari factor penyebab kegagalan komunikasi (Abi Sujak, 1990:105-106).

1. Tingkatkan kejelasan pesan

   Perkembangan teknologi computer dan informatika yang sedemikian pesat, mempermudah setiap orang untuk menyajikan pesan secara jelas.

2. Pengaturan arus informasi

   Informasi yang diterima secara bersamaan/simultan perlu dikelola berdasarkan tingkat kepentingannya dan urgensinya.

3. Mendorong timbulnya balikan (feedback)

   Memastikan bahwa pesan yang telah disampaikan mendapatkan respon sesuai dengan yang dimaksud sangat penting guna memastikan tugas yang didelegasikan

atau ditugaskan kepada bawahan atau anggota kelompok sesuai dengan sasaran dan tujuan yang ingin dicapai/disepakati bersama.

4. Menggunakan bahasa yang sederhana

   Banyak pimpinan/atasan atau individu tertentu yang menggunakan jargon-jargon dalam proses organisasi yang sukar dipahami.

5. Mendengarkan secara efektif

   Pendengar yang baik akan menghargai setiap gagasan atau informasi yang dikemukakan oleh lawan bicara. Pendengar yang baik lebih menekankan pada aspek apa yang dibicarakan bukan siapa yang berbicara atau melihat tata bahasa, serta memperhatikan secara seksama dan memberikan respon secara positif. Memang aktivitas mendengarkan akan lebih membosankan dibanding dengan berbicara.

6. Memahami emosi

   Faktor emosi menjadi penyebab terjadinya distorsi pada isi pesan. Suatu pesan akan dapat diterima dengan antusias oleh penerima bila disampaikan dengan rasa akrab, tanpa praduga negatif.

7. Mengembangkan rasa percaya diri

   Menanamkan kepercayaan akan mewarnai kejujuran dan keterbukaan dalam penyampaian informasi oleh sender kepada receiver.

Bahasa Tubuh sebagai Bagian Komunikasi

Bahasa tubuh terdiri dari perkataan-perkataan kalimat-kalimat, frase-frase dan tanda baca. Tiap gerak isyarat sama seperti sepatah kata dan mungkin memiliki beberapa makna. Ada pendapat yang menyatakan: **"mengusir tamu tidak harus dengan kata-kata tetapi cukup dengan tingkah laku"**. Sekarang hampir semua orang menyadari bahwa mungkin bisa membaca sikap seseorang melalui perilakunya. Inilah hal penting yang perlu dipahami oleh pelaku bisnis dalam memahami dan mempraktekan bahasa tubuh.

Penelitian tentang bahasa tubuh menunjukan bahwa dalam presentasi-presentasi tatap muka, kuatnya pengaruh pesan anda terhadap para pendengar adalah sebagai berikut (Hinkley:2004:101, terjemahan)

Perkataan : 7,0% - 10% dari total pengaruh

Vokal : 21 % - 30% dari total pengaruh

Bahasa tubuh : 60 % - 80 % dari total pengaruh

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa cara Anda memandang, gerak isyarat, tersenyum, berpakaian dan gerak memiliki pengaruh besar terhadap sikap orang lain kepada Anda. Cara anda berbicara lebih penting tiga kali lipat daripada perkataan yang Anda gunakan.Berdasarkan Hinkley (2004) terhadap tiga kaidah membaca tanda:

1. Membaca Kluster

   Gerak isyarat dapat menjadi kalimat yang disebut dengan kluster. Oleh karenanya, jangan menginterpretasi satu gerak isyarat secara terpisah.
2. Mempertimbangkan Konteks

   Kluster gerak isyarat harus dievaluasi dimana terjadinya.
3. Memahami perbedaan Kultural

   Gerak isyarat yang berarti satu hal di satu tempat dan budaya atau Negara berbeda.

Bahan Bacaan 4 : Komunikasi Efektif

a. Materi Pembelajaran

1) Komunikasi Efektif

Untuk Apapun, Anda Harus Berbicara. Apapun jenis pekerjaan yang Anda lakukan, Anda selalu akan melakukan tiga hal berikut ini:

- Memimpin;
- Menjual;
- Mempresentasikan.

Dalam pelaksanaannya atau faktanya, Anda bahkan mungkin melakukan ketiganya sekaligus.

Jika Anda sedang memimpin, maka Anda pasti sedang “menjual” sesuatu agar diikuti oleh orang-orang yang Anda pimpin. Dan dalam melakukannya, Anda akan menyajikan atau mempresentasikan berbagai hal yang relevan agar orang yang Anda pimpin mau mengikuti keinginan Anda.

Jika Anda sedang “menjual” sesuatu, artinya Anda sedang mengupayakan posisi memimpin, agar orang lain mau mengambil keputusan sesuai dengan yang Anda

inginkan sebagai pihak yang menjual. Dan sekali lagi, Anda pasti mempresentasikan berbagai hal yang relevan.

Jika Anda sedang berpresentasi, maka Anda bisa dipastikan sedang menjual sesuatu. Dan karena Anda sedang berusaha menjual sesuatu, maka Anda pasti berupaya untuk memimpin *audience,* agar mendengarkan Anda, agar menyimak presentasi Anda, agar memahami maksud dan tujuan Anda, dan agar teryakinkan sesuai tujuan presentasi Anda.

Dalam melakukan semua aktivitas di atas, media paling umum yang akan Anda gunakan adalah komunikasi verbal alias berbicara. Muara dari semua aktivitas itu, atau hasil akhir dari semua aktivitas itu, akan sangat ditentukan oleh kualitas bicara Anda. Sebelum sampai ke persoalan teknis seperti struktur bicara, intonasi, gaya bahasa atau bahkan pilihan kata dan kalimat, aspek mendasar dari kualitas bicara Anda adalah tingkat percaya diri Anda saat melakukannya.

Singkatnya, Anda harus menaburkan aura percaya diri saat berbicara. Karena dari situlah segala hasil akhir akan ditentukan. Jadi, titik awal Anda untuk semua aktivitas itu, adalah meraih rasa percaya diri yang lebih baik. Berkumunikasi dan rasa percaya diri memiliki hubunghan yang sangat erat. Percaya diri datang dari kemampuan berkomunikasi secara verbal, dengan berbicara yang efedktif, atau sebaliknya.

Dengan berbicara, Anda akan berbicara pada diri sendiri dan berbicara pada orang lain. Berbicara kepada diri sendiri akan menjalankan proses manajemen diri. Andalah orang yang paling tahu harus mengatakan apa pada diri sendiri. Begitu juga dengan berbicara kepada orang lain akan menjalankan proses manajemen diri orang lain. Jadi, mulailah segala keberhasilan Anda dengan percaya diri saat berkumunikasi.

Kemampuan berkomunikasi merupakan keterampilan yang sangat penting dalam hidup kita. Kita menghabiskan sebagian besar waktu yang ada disaat kita sadar dan bangun untuk berrkumunikasi. Sama halnya dengan bernafas, komunikasi bisa dianggap sebagai hal yang otomatis terjadi begitu saja. Sehingga kita tidak memiliki kesadaran untuk melakukannya dengan efektif. Kita pada umumnya tidak pernah mempelajari bagaimana menulis dengan efektif, bagaimana membaca dengan cepat,

bagaimana berbicara dengan efektif, apalagi bagaimana menjadi pendengar yang baik.

Komunikasi berasal dari perkataan "*Communicare*" yaitu yang di dalam bahasa latin mempunyai arti "berpartisipasi atau memberitahukan", sedangkan perkataan "*Comunis*" berarti milik bersama ataupun "berlaku dimana-mana" atau juga berarti sama, sama di sini maksudnya sama makna. Jadi jika dua orang melakukan komunikasi misalnya dalam bentuk percakapan maka komunikasi akan berjalan atau berlangsung dengan baik selama ada kesamaan makna mengenai apa yang dipercakapkan.

Collen Mc. Kenna mendifinisikan komunikasi sebagai proses pengiriman pesan kepada penerima dengan saling pengertian. Proses ini melibatkan beberapa komponen, yaitu pengirim pesan (*sender*), pesan yang dikirimkan (*message*), bagaimana pesan tersebut dikirimkan (*delivery channel* atau *media*), penerima pesan (*receiver*), dan unpan balik (*feedback*) yang diharapkan.

Kemampuan mengembangkan komunikasi yang efektif merupakan salah satu keterampilan yang amat diperlukan untuk pengembangan diri kita baik sebagai personal maupun professional seperti guru, kepala sekolah, pengawas dll, atau sebagai pemimpin maupun sebagai anggota sebuah tim. Paling tidak kita harus menguasai empat jenis keterampilan dasar dalam komunikasi, yaitu menulis, membaca (bahasa tulisan), mendengar, dan berbicara (bahasa lisan). Perhatikan, hampir setiap saat kita menghabiskan waktu untuk mengerjakan setidaknya salah satu dari keempat hal itu. Oleh karena itu, kemampuan untuk menguasai keterampilan dasar komunikasi dengan baik mutlak kita perlukan demi efektifitas dan keberhasilan kita.

Menurut Covey, unsur terpenting pada komunikasi bukan sekedar pada apa yang kita tulis atau kita katakan, tetapi lebih pada karakter kita dan bagaimana kita menyampaikan pesan itu. Jika pesan yang kita sampaikan di bangun dari hubungan manusia yang dangkal, bukan dari diri kita yang paling dalam, orang lain akan melihat dan membaca sikap kita. Jadi syarat utama dalam komunikasi efektif adalah karakter yang kokoh yang dibangun dari fondasi integritas pribadi yang kuat.

Dalam hubungan komunikasi yang efektif, kepercayaan merupakan dasar terciptanya teamwork. Kepercayaan ini hanya bisa muncul kalau kita mempunyai integritas, yang mencakup hal hal yang lebih dari sekedar kejujuran. Kalau kejujuran mengatakan kebenaran atau menyesuaikan kata kata kita dengan realitas, integritas menyesuaikan realitas dengan kata kata kita. Integritas bersifat aktif, sedangkan kejujuran bersifat pasif.

Ada lima hukum komunikasi efektif, yang oleh Aribowo Prijosaksono dalam bukunya Make Yourself A Leader dirangkum dalam satu kata yang mencerminkan esensi dari komunikasi, yaitu REACH, yang berarti merengkuh atau meraih. Pada dasarnya komunikasi adalah upaya kita untuk meraih perhatian, cinta kasih, minat, kepedulian, simpati, tanggapan, maupun respon positif dari orang lain.

Kelima hukum komunikasi efektif tersebut adalah :

a) Respect

b) Empathy

c) Audible

d) Clarity

e) Humble

Jika Anda/kita membangun komunikasi berdasarkan pada lima hukum pokok komunikasi yang efektif ini, Anda dapat menjadi seorang komunikator yang handal yang dapat membangun jaringan hubungan dengan orang lain dengan penuh penghargaan (respect), karena hal inilah yang dapat membangun hubungan jangka panjang yang saling menguntungkan dan saling menguatkan. Yang pada akhirnya dapat Anda jadikan sebagai sarana efektif untuk meraih kesuksesan.

2) Mendengarkan Orang Lain (*Listening*)

Menjadi pendengar yang baik merupakan salah satu syarat mutlak bagi seorang pengawas untuk bisa memiliki pengaruh terhadap kepala sekolah, guru, dan staf sekolah lainnya. Dengan memiliki pengaruh, seorang pengawas memiliki bekal yang lebih baik untuk memberdayakan para perangkat sekolah tersebut sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai.

Apa yang ada pada tubuh kita sebenarnya sudah menggambarkan bagaimana seharusnya kita menggunakannya secara bijak agar bisa memberikan manfaat bagi diri sendiri maupun orang lain. Sebagai contoh, kita memiliki satu mulut dan dua telinga, artinya kita dituntut untuk lebih banyak mendengar daripada berbicara.

Sayangnya, kita tidak terbiasa untuk terampil menggunakan telinga kita untuk mendengar lebih banyak daripada berbicara. Padahal, dengan banyak mendengar, akan makin banyak pula informasi yang kita dapatkan. Dengan banyak informasi, kita pun akan memiliki bekal yang lebih baik lagi guna mempengaruhi orang lain.

Seberapa jauhkah keterampilan mendengar anda selama ini? Coba anda pahami hal-hal di bawah ini.

a) Mengapa Kita Harus Mendengar

Mendengar tidak hanya merupakan perilaku yang sopan dan memberikan nilai yang berharga bagi si pendengar. Kita juga bisa mendapatkan banyak hal dari mendengar. Banyak alasan mengapa kita harus mau mendengar yaitu :

- **Membangun kepercayaan**.

  Orang-orang yang mau mendengarkan ternyata lebih dipercaya daripada orang-orang yang banyak bicara dan mengobrol. Kepercayaan merupakan pelumas bagi terjadinya perubahan pemikiran, dan mendengarkan adalah kuncinya.

- **Kredibilitas.**

  Jika kita mau sungguh-sungguh mendengar terhadap orang lain, maka kredibilitas kita pada mereka akan meningkat. Mereka akan mempersepsikan kita sebagai orang yang memiliki kapabilitas dan akan bisa bekerja bersama mereka, bukan menyerang mereka. Para pemimpin, pelatih, fasilitator yang hebat adalah orang-orang yang mampu menjadi pendengar yang baik, dan sebaliknya, para pendengar yang baik pun memiliki potensi untuk bisa menjadi pemimpin yang besar.

- **Dukungan**

  Pada umumnya orang mengakui bahwa mereka merasa memperoleh dukungan bila didengar, khususnya saat mereka merasa marah atau gelisah.

Dengan didengar, mereka merasa dihargai dan dipahami. Jadi, jika kita mau mendengar seseorang, sama artinya dengan kita mengirimkan pesan yang menyatakan “Anda penting bagi saya. Saya menghargai anda”.

- **Menjadikan sesuatu terlaksana**

  Sebagaimana membangun kepercayaan, mendengar juga memungkinkan kita mencapai tujuan, karena orang yang didengar akan mau bekerja sama dengan kita

- **Informasi**

  Mendengar memberikan kita banyak informasi yang berguna, baik untuk saat ini maupun masa yang akan datang. Dengan memiliki banyak informasi, maka kita akan dapat mengarahkan apa yang dikatakan orang.

- **Pertukaran**

  Jika kita mendengarkan orang lain, maka mereka akan lebih mendengarkan kita. Sesuai dengan prinsip pertukaran, dukungan kita kepada orang lain akan membuat mereka juga mendukung kita sehingga akhirnya kita akan bisa mencapai tujuan.

b) Kebiasaan Mendengar Yang Buruk

Mendengar secara buruk sudah menjadi hal yang umum, namun jarang diperhatikan. Menurut Robertson (1994), ada sepuluh kebiasaan mendengar yang buruk yang paling umum dilakukan orang. Kesepuluh kebiasaan tersebut adalah:

- Kurang perhatian pada masalah yang dibicarakan
- Perhatian dipusatkan pada orangnya, bukan pada isi pembicaraan.
- Melakukan interupsi.
- Memusatkan perhatian pada detail dan mengabaikan gambaran umum.
- Memaksakan mencocokkan ide pembicara kedalam model mental sendiri.
- Menunjukkan bahasa tubuh yang menandakan ketidaktertarikan
- Menciptakan atau membiarkan terjadinya kebingungan
- Mengabaikan apa yang tidak dipahami
- Membiarkan emosi menghalangi pemahaman materi yang dibicarakan

- Mengkhayal, sehingga tidak bisa mendengar pembicaraan secara utuh.

c) Kebiasaan Mendengar Yang Baik

Meskipun kebiasaan mendengar yang baik sudah merupakan hal umum, namun ada beberapa pola kebiasaan mendengar yang bisa dilakukan untuk membantu orang lain, termasuk pada akhirnya membantu diri sendiri. Kebiasaan mendengar yang baik tersebut adalah:

- **Memberikan perhatian penuh**.

  Berikan perhatian terhadap orang yang sedang berbicara. Berikan mereka perhatian penuh, tidak hanya dengan telinga, tapi dengan seluruh badan; menghadaplah pada orang yang sedang berbicara dan tataplah. Lakukan hal ini dengan sepenuh hati, bukan hanya secara fisik. Jika hati kita benar-benar terarah untuk memperhatikan, secara otomatis tubuh pun akan mengikuti.

- **Membantu orang lain untuk bicara.**

  Kadang-kadang orang yang berbicara mengalami kesulitan mengemukakan apa yang ingin ia bicarakan. Mungkin mereka bukan pembicara yang baik, atau memang sedang mencari cara untk menjelaskan sesuatu yang kompleks. Kita bisa membantu mereka dan diri kita sendiri dengan dorongan yang positif (positive encouragement). Jika mereka kurang yakin, doronglah mereka dengan anggukan, senyuman, dan suara yang positif (misalnya ya...ya, hmm). Perlihatkan bahwa kita tertarik pada mereka dan jangan pikirkan bahwa mereka tidak cukup terpelajar/pandai. Jika mereka susah payah dalam mengemukakan suatu konsep, cobalah bantu mereka mengemukakan apa yang mereka maksudkan dengan menggunakan kalimat lain. Mengajukan pertanyaan yang positif merupakan suatu pendekatan yang bagus, baik untuk menguji pemahaman kita sendiri maupun menunjukkan ketertarikan kita kepada mereka.

- **Memberi orang lain dukungan (support).**

  Mendengar yang baik juga mencakup tindakan yang menunjukkan bahwa kita penuh perhatian kepada orang lain. Sebagai bagian dari mendengar, kita

seharusnya berusaha untuk membantu orang lain merasa nyaman dengan diri mereka sendiri. Sikap mendasar untuk memberikan dukungan adalah menghargai dan menerima semua orang, bahkan saat kita tidak setuju dengan apa yang mereka katakan atau cara mereka mengatakan sesuatu. Jika kita tidak setuju, maka ketidaksetujuan kita adalah terhadap argumennya, bukan terhadap orangnya. Perlihatkan penerimaan kita atas hak mereka untuk berbeda dengan kita.

- **Mengelola reaksi kita.**

  Hati-hatilah dengan reaksi kita terhadap apa yang orang lain katakan. Mudah saja bagi seseorang yang menjadi pendengar untuk menunjukkan ketidaktertarikannya, menunjukkan bahwa mereka tidak mau mendengarkan kita, atau menunjukkan bahwa mereka lebih tertarik untuk mengkritik kita. Sebelum kita berkomentar dan memberikan respons tentang apa yang orang lain katakan, berhentilah sejenak untuk merenungkan kesimpulan dan prasangka yang ada dalam diri kita. Pikirkan tentang apa yang akan kita katakan dan efek yang mungkin ditimbulkannya. Pertimbangkan apakah hal tersebut yang memang ingin kita capai.

d) Gaya Mendengar

Menurut Barker (1971) dan Watson (1995), ada empat gaya mendengarkan yang biasanya digunakan orang, tergantung pada kesukaan dan tujuannya. Keempat gaya mendengar tersebut adalah sebagai berikut:

- **Gaya Orientasi Orang (People-Oriented)**

  Orang-orang yang *people oriented* menunjukkan perhatian yang kuat pada orang lain dan perasaannya. Mereka tergolong external focus, mendapatkan energinya dari orang lain dan mendapatkan banyak makna dalam hubungan/relasi, lebih banyak berbicara tentang "kita" daripada "anda" atau "mereka".

  Orang-orang tipe ini berusaha memahami sejarah kehidupan orang lain dan menggunakan teknik "penceritaan diri mereka sendiri" sebagai makna

pemahaman. Mereka memusatkan perhatian pada emosi, berempati, dan melibatkan emosi dalam argumen-argumennya. Mereka bisa menampilkan diri sebagai orang yang mudah dikritik dan akan menggunakannya untuk menunjukkan bahwa mereka tidak berbahaya.

Orang dengan tipe ini bisa mendapat masalah bila mereka terlibat terlalu mendalam dengan orang lain. Hal ini bisa mengganggu kepekaan mereka dalam membuat keputusan maupun kemampuan untuk membedakan. Mereka bisa berhubungan sangat erat dengan orang lain yang mengakibatkan mereka tidak dapat melihat secara objektif keterbatasan dan kesalahannya, dan bisa jatuh kedalam hubungan yang tidak bijaksana. Mereka juga akan tampak sebagai orang yang turut campur saat berusaha menjalin hubungan dengan orang lain yang tidak begitu berorientasi pada hubungan.

- **Gaya Orientasi Isi (Content-Oriented)**

  Orang dengan gaya orientasi isi lebih tertarik dengan apa yang dikatakan daripada siapa yang berkata atau apa yang mereka rasakan. Mereka menilai orang lain berdasarkan pada seberapa kredibel mereka dan akan berusaha menguji keahlian dan keadaan yang sebenarnya dari orang tersebut.

  Orang tipe ini memusatkan perhatian pada fakta dan bukti dan senang menyelidiki detail. Mereka berhati-hati dalam melakukan asesmen, berusaha mencari tahu hubungan sebab akibat, dan mencari bukti sebelum menerima apa pun sebagai hal yang benar. Orang-orang ini bisa menghadapi masalah bila mereka menolak ide-ide dan harapan-harapan orang lain serta menolak informasi karena belum memiliki cukup bukti yang mendukung.

- **Gaya Orientasi Tindakan (Action-Oriented)**

  Pendengar yang berorientasi tindakan memusatkan perhatian pada apa yang akan dilakukan, tindakan apa yang akan terjadi, kapan, dan siapa yang akan melakukannya. Mereka mencari jawaban atas pertanyaan “lalu apa?” dan

mencari tahu rencana tindakan. Mereka menyukai penjelasan yang gamblang, ringan, dan jawaban yang didasarkan pada bukti nyata/konkret.

Orang dengan tipe ini bisa tidak sabar dan meminta pembicara agar segera menyampaikan kesimpulan. Mereka juga bisa mengkritik orang yang berbicara tentang gambaran besar sesuatu atau berbicara tentang ide-ide dan konsep-konsep. Hal ini bisa menyebabkan mereka untuk terlalu memusatkan perhatian pada pengendalian dan kurang memperhatikan kesejahteraan/kenyamanan orang lain.

- **Gaya Orientasi Waktu (Time-Oriented)**

  Orang dengan gaya ini "mempunyai mata yang terus terpaku pada jam". Mereka mengatur hari-hari mereka kedalam bagian-bagian yang rapi dan mengalokasikan waktunya untuk mendengar, dan akan sangat mempermasalahkan bila sesinya melewati batas waktu.

  Orang tipe ini mengelola waktunya dengan berbicara tentang ketersediaan waktu dan mencari jawaban-jawaban singkat terhadap permasalahan yang ada. Hal ini bisa menjengkelkan orang lain yang memusatkan perhatian pada elemen orang dan ingin bersama-sama selama mungkin.

Bahan Bacaan 5 : Komunikasi Interpersonal

Sejak manusia dilahirkan komunikasi telah menjadi bagian dari kehidupannya. Salah satu bentuk komunikasi yang kita alami pada awal permata kehidupan adalah komunikasi interpersonal. Sebagai contoh adalah tangisan seorang bayi yang baru dilahirkan. Tangisan tersebut merupakan bentuk komunikasi non-verbal yang memberikan informasi kepada kita bahwa ia telah lahir dengan selamat. Dalam bab ini akan dibahas tipe komunikasi interpersonal, model komunikasi interpersonal, hubungan komunikasi antar manusia, konflik yang terjadi, bagaimana bersikap terbuka atau membuka diri. Dan bagaimana menyampaikan sebuah tegesan tanpa melukai orang lain.

A. Pengertian Komunikasi Interpersonal

Istilah komunikasi interpersonal biasanya dipergunakan pada komunikasi antara dua orang atau lebih, dalam kondisi tatap muka. Untuk mendapatkan memperoleh

komunikasi interpersonal yang efektif, perlu kiranya dipahami proses komunikasi interpersonal, metode, komponen pendukung sebuah komunikasi yang efektif. Beragamnya pola kehidupan manusia, cara berpikir, sifat-sifat, dan budayanya, telah menyebabkan beragemnya tipe atau jenis komunikasi interpersonal

1. Definisi

Komunikasi interpersonal berbeda dengan jenis komunikasi yang lain, karena komunikasi interpersonal hanya melibatkan beberapa orang saja. Secara fisik jarak mereka berdekatan; banyak sensor yang dapat dipergunakan, dan umpan balik yang diharapkan dari komunikate dapat diperoleh secara langsung

Secara sederhana komunikasi interpersonal dapat didefinisikan sebagai pertukaran informasi antar manusia secara verbal atau non-verbal dengan tujuan berbagi informasi danmendapatkan umpan balik.

2. Fungsi Komunikasi Interpersonal

Maksud dan tujuan orang berkomunikasi sebenarnya adalah menyampaikan informasi atau pesan, dan sebaliknya untuk memperoleh informasi. Beberapa fungsi komunikasi interpersonal adalah

a. Untuk Menambah Informasi (Gaining Information);

Teori penetrasi social mengatakan bahwa seseorang berusaha untuk mendapatkan informasi tentang orang lain. Dengan mengenal seseorang lebih dekat maka kita akan dapat memperoleh informasi lebih banyak tentang orang tersebut, baik secara (1) pasif yaitu dengan mengamati orang tersebut; secara (2) aktif yaitu dengan bantuan orang lain; secara (3) interaktif yaitu keterbukaan diri orang tersebut.

b. Membangun Sebuah Pengertian (building a context of understanding)

Dalam situasi dan kaitan masalah yang berbeda, sebuah 'kata' yang diucapkan dapat memiliki banyak arti atau makna. Dengan menggunakan komunikasi interpersonal kita akan lebih dapat memahami apa yang disampaikan oleh seseorang.

'Kata' atau informasi yang diucapkan mengandung 'isi pesan' (content messages) yang menunjukan tingkat pengertian sebuah pesan, dan

disamping itu mengandung ‘hubungan pesan’ (relationship messages) yang terkait dengan “bagaimana pesan itu diucapkan”. Isi pesan dan hubungan pesan terkirim secara bersamaan, namun masing-masing mempengaruhi arti yang dimaksudkan dalam komunikasi. Komunikasi interpersonal membantu kita untuk dapat saling memahami lebih baik.

c. Membentuk Indentitas (establishing identity)
   Peran dalam sebuah komunikasi interpersonal akan membentuk identitas diri kita. Termasuk didalamnya wajah atau penampilan kita yang menunjukan citra diri kita. Sebenarnya ‘peran’ dan penampilan seseorang terbentuk karena pergaulan di lingkungan sekeliling kita. Sebagai contoh : seseorang yang menjadi direktur haruslah bertindak dan berpermanpilan sebagaimana layaknya seorang pimpinan (walaupun sebenarnya ia tidak layak dan tidak mampu menjadi direktur.
d. Memperoleh Kebutuhan Pribadi (interpersonal needs). Seseorang terlibatdalam komunikasi interpersonal, sebenarnya lebih didorong oleh keinginannya untuk memekpresikan diri dan mendapatkan pemenuhan kebutuhan individunya.

Berdasarkan pengamaan William Schultz sebagai individu manusia memiliki tiga kebutuhan, yaitu:

- Pencantuman Diri (*inclusion*), yaitu kebutuhan untuk membentuk identitas diri bersama dengan orang lain. Sebagai contoh: tredaftar dan menjadi bagian dari sebuah komunitas.
- Pengawasan (*control*), yaitu suatu kebutuhan seseorang untuk dapat mempraktikkan kemampuannnya memimpin, dan kemudain mendapatkan pengakuan atas kemampuan tersebut Sebuah kelompok merupakan wadah yang baik utuk mewujudukan kebutuhan ini.
- Persahabatan, kesenangan/kenyamanan (*affection*), yaitu kebutuhan untuk mengembangkan hubungan dengan orang lain atau bermasyarakat. Sebuah kelompok atau komunitas.

B. Tipe Pesan Interpersonal

Albert Mehrabain (1972) seorang profesor di bidang komunikasi menyatakan berdasarkan penelitian yang dilakukannya, hanya 7% dari pesan atau informasi terkomunikasikan melalui saluran/cara verbal; 38% melalui *paralanguage* yang umumnya melalui penggunaan suara, sedangkan sebanyak 55% tersampaikan melalui non-verbal. Terdapat dua tipe pesan yaitu pesan verbal dan pesan non-verbal.

1. Pesan Verbal

Untuk melakukan komunikasi verbal diperlukan sebuah "bahasa" (*language*). Secara semantik "bahasa" didefinisikan sebagai sekelompok label yang dipergunakan untuk menyatukan pikira, waktu, dan ruang. Label ini dapat disampaikan dari sari kesatuan (*entity*) ke yang lainnya melalui berbagai sarana termasuk suara, tulisan, dan sebagainya.

Untuk dapat melakukan komunikasi verbal dengan baik, diperlukan penguasaan minimal lima keterampilan, yaitu:

a. Cara pengenalan pribadi
   - Dalam perkenalan pendahuluan kita harus berbicara secara jelas dan efektif.
   - Perkenalkan terlebih dahulu orang yang dituakan, dan kemudain perkenalkan yang muda kepada yang dituakan.
   - Sebutkan nama para wanita terlebih dahulu sebelum menyebutkan nama-nama para pria.
   - Perkenalkan dan sebut nama-nama dari orang yang memiliki posisi atau para pejabat pemerintahan.

b. Cara menangani percakapan melalui Telepon:
   - Hindari pertengkaran atau cekcok dengan pelanggan dalam telepon. Mintalah kepada orang yang lebih tinggi posisi atau kedudukannya, yang menangani masalah tersebut.
   - Dalam hal percakapan yang berhubungan dengan kantor, sebutkan nama dan posisi anda serta nama kantor di mana anda bekerja dengan sopan.
   - Akhiri pembicaraan di telepon dengan ucapan terima kasih.

c. Cara memberikan penjelasan:

- Berikan deskripsi yang jelas untuk menghemat waktu dan menghindari kekesalan lawan bicara.
- Buat langkah-langkah dalam memberi deskripsi, dan pada akhir percakapan jangan lupa untuk menanyakan apakah penjelasan atau deskripsi yang diberikan telah dapat dipahami dengan jelas.

d. Cara menyampaikan pertanyaan

- Diperlukan keterampilan untuk mengajukan pertanyaan yang cerdas, berbobot secara efektif.
- Semakin spesifik pertanyaan yang diajukan, semakin besar peluang untuk mendapatkan informasi yang diharapkan.

e. Cara menyampaikan cerita

- Cara yang paling mudah untuk menyampaikan informasi adalah dengan cara bercerita.
- Sampaikan permasalahan secara umum, jelas, dan yang diperkirakan dapat menambah informasi untuk pendengarnya. Sampaikan kebenaran, jangan membesar-besarkan masalah.

Komunikasi verbal bulanlah satu-satunya sarana untuk melakukan komunikasi. Satu ha yang pasti adalah, bahwa apapun alat yang dipergunakan dalam komunikasi verbal, ia harus berkaitan dengan indera (*sense*) para pelaku komunikasi.

2. Pesan Non Verbal

Komunikasi non verbal adalah berbentuk komunikasi yang dilakukan tanpa mempergunakan bahasa(language. Yang termasuk dalam komunikasi non-verbal adalah ekpresi wajah, tatapan mata, nada suara, gerakan dan sikap tubuh, dan cara memposisikan diri dalam kelompok. Secara sederhana komunikasi non-verbal dapat diumpamakan sebagai pengiriman dan penerimaan pesan dalam berbagai cara, tanpa menggunakan kode-kode verbal atau kata-kata

Menurut Mark Knapp (1978) penggunaan kode non-verbal dalam berkomunikasi memiliki fungsi untuk : meyakinkan apa yang diucapkan (repetition); diungkapkan dengan kata-kata (substitution); menunjukan jati diri sehinggan orang dapat mengenalnya (identity); menambah atau melengkapi ucapan-ucapan yang dirasakan belum sempurna. G.W. Porter membagi komunkasi non-verbal dalam empat katagori

a. *Physical* : katagori komunikasi ini menggunakan bagian tubuh kita antara lain ekpresi wajah, nada sura, gerakan tubuh gambar 9 adalah gambar yang direkam setelah terjadinya gempa bumidi Bantul, Yogyakarta. Seorang bocah yang sedang jongkok dengan tatapan menompang dagu. Epresi tubuhnya mengirimkan 'pesan' yang kita pahami bahwa anak tersebut sedang dalam duka, karena sesuatu telah terjadi pada dirinya (dalam hal ini hancurnya rumah tinggalnya akibat gempa bumi di Bantul, Yogyakarta)

Gambar 10 menggambarkan seorang bayi berumur empat bulan dalam pelukan ibunya. Bayi tersebut membelelekan mata karena pengaruh cahaya lampu kamera. Di lain pihak bibir bundanya mengembangkan senyum bahagia karena ai akan segera memiliki gambar dirinya dengan sang buah hati.

b. *Aesthetic*; Komunikasi yang dapat dilakukan melalui ekpresi yang kreatif dan menarik. Contoh gambar 11 menunjukan seorang pemain gitar terkenal yang sedang memainkan gitarnya denga penuh perasaan.
c. *Signs*; Komunikasi katagori mekanik, antara lain pengunaan bendera isyarat pada gambar 'semaphore", yang dipergunakan untuk mengirim berita. Setiap posisi bendera menggambarkan symbol tertentu (dalam hal ini huruf dan angka), dan apabila dirangkaikan akan membentuk satu pesan.
d. *Symbolic;* Komunikasi yang menggunakan symbol keagamaan, status, tempat. Gambar 13 adalah gambah ka'bah yang merupakan salah satu symbol agalam islam, sebagai penunju arah bagi umat Islam diseluruh dunia saat mereka akan melakukan sholat lima waktu. Cara non-verbal merupakan cara komunikasi yang tidak terikat oleh bahasa dan konsep.

C. Jenis Hubungan Komunikasi Interpersonal

Dalam sebuah organisasi, sebuah rapat stad, diskusi tentang proyek, review tentang kinerja pegawai dapat dianggap sebagai komunikasi interpersonal. Komunikasi interpersonal tidak lagi bersifat interpersonal apabila terlalu banyak orang yang terlibat di dalamnya.

Komunikasi ini akan berubah sifat menjadi komunikasi kelompok atau komunikasi public. Untuk itulah maka komunikasi interpersonal dapat dipilah-pilah berdasrkan jumlah orang yang terlinat dalam komunikasi tersebut

1. **Komunikasi dengan diri sendiri (*intrapersonal Communication*)**

   Komunikasi interpersonal adalah komunikasi yang tejadi dalam diri kita masing-masing. Komunikasi terjadi lebih kepada mendengarkan hati nurani diri kita.

2. **Komunikasi antar manusia *(Interpersonal Communication*)**

   Komunikasi ini adalah komunikasi yang dilakukan anatara dua orang atau lebih dapat dilakukan secara langsung dan umpan balik terhadap pesan dapat langsung diterima pada saat itu juga.

   a. Sikap Pasif atau non-asertif (*passive*):

      Sikap pasif berkaitan dengan ketidak-mampuan atau ketidakmauan seseorang untuk mengemukakan pendapat, pikiran atau perasaannya. Orang yang pasif cenderung akan melaksanakan sesuatu yang tidak mereka kehendaki berbagai alasan (*excuses*) daripada menyampaikan apa yang mereka inginkan.

      Dalam komunikasi ini pengirim pesan akan menyimpan atau memendam pikiran dan pendiriannya, dan lebih mengutamakan pendapat orang lain.

   b. Sikap Tegas (*Assertive*)

      Orang dengan perilaku asirtif akan menyatakan dengan gambling pendirian mereka, apa yang mereka pikir, dan teguh pada keyakinannya, tanpa melukai orang lain.

   c. Sikap Agresif (Agressive)

      Agersif berkaitan dengan perilaku seseorang yang reaktif secara berlebihan, mengeritik dan menyalahkan orang lain. Untuk dapat memperoleh apa yang dikehendakinya orang dengan sifat ini akan menempuh jalan apa saja untuk

dapat menguasai lawan komunikasinya, memaksakan kehendaknya, tanpa memperhatikan hak orang lain. Mereka tidak segan-segan melakukan intimidasi, bahkan melakukan perkelahian.

3. Komunikasi Kelompok (*Group Communication*)

Komunikasi jenis kelompok dilakukan oleh lebih dari dua orang. Kelompok ini dapat berbentuk dalam kelompok besar dan kelompok kecil. Mereka dikatakan 'kelompok' karena mereka berada dalam ruang yang sama, pada saat yang bersamaan, da nada satu orang yang berfungsi sebagai komunikator utama. Kadang-kadang apabila jumlah orang dalam kelompok tersebut terlalu besar, diperlukan media untuk membantu kelancaran komunikasi (contoh : *Microphone, Proyektor*)

Bateman dan Zeithami membedakan komunikasi interpersonal yang dipergunakan dalam perkantoran atau bisnis dalam enam gaya:

a. *The Controlling Style*:

   Berbentuk komunikasi satu-arah yang dipergunakan untuk memberikan perintah atau instruksi pada orang lain. Pemimpin yang mempergunakan gaya ini biasanya tidak menginginkan adanya umpan balik. Mereka bertendesnsi lebih mempergunakan kekuasaan agar apa yang diinginkan dapat tercapai.

b. *The Egalitaria Style*:

   Bebentuk komunikasi dua arah yang menyertakan para pelaku komunikasi untuk berbagi informasi. Gaya ini dipergunakan untuk memberikan stimulant pada orang lain agar mau menyatakan pendapat dan pemikirannya, sehingga diperoleh pengertian atau pemahaman yang sama. Pada umumnya dalam berbagai situasi gaya ini akan lebih efektif dibandingkan dengan gaya mengontrol, khususnya bila dibutuhkan adanya kerjasama

c. *The Structuring Style*:

   Pimpinan yang menggunakan gaya ini lebih menonjolkan standard an aturan-aturan uyang berlaku di kantor. Ia cenderung memaikan posisi 'aman'

dengan hanya menjelaskan procedure-prosedur yang ahrus ditempuh oleh sebuah kelompok dalam melaksanakan tugasnya.

d. *The Dynamic Style*:

Sebuah gaya yang membutuhkan tenaga dan pikiran untuk memotivasi anak buah agas berani mengambil tindakan atau bertindak, misalnya pada saat kritis. Gaya ini akan efektif apabila anak buah memiliki pengetahuan yang memadai. Namun gaya ini menjadi tidak efektif apabila orang yang ditugaskan tidak memiliki kemampuan untuk melaksanakannya.

e. *The Relinquishing Style*:

Gaya yang bersifatnya lebih diferensial daripada intruksional. Pimpinan yang menerapkan gaya ini menghagai ide orang lain, dan siap mendelegasikan tanggung jawab pada orang tersebut. Gaya ini akan efektif apabila nak buah memiliki cukup pengetahuan untuk melaksanakannya, berpengalaman dan mau mengambil tanggung jawab.

f. *The Withdrawal Style*:

Merupakan suatu gaya yang mengarah pada kurangnya komunikasi. Pimpinan yang menggunakan gaya ini berusaha untuk menghindari keterlibatannya dan kemungkinan memberikan indikasi bahwa ia tidak tertarik atau tidak mau berpartispasi dalam diksusi

4. Komunikasi Massa *(Mass Communication*)

Komunikasi ini berbeda dengan komunikasi kelompom karena pengirim pesan yang berfungsi sebagai komunikator utama, secara fisik tidak berda dalam sutu ruang yang sama atau tidak berdekatan secara fisik dengan penerima pesan. Jumlah penerima atau pengirim pesan tidaklah penting, tetapi sampainya pesan ke sasaran merupakan hal yang lebih penting. Karena secara fisik mereka tidak saling melihat, maka adu argumentasi atau pendapat secara langsung tidak akan terjadi.

D. Model Hubungsn Komunikasi Interpersonal

Banyak peneliti mempelajari tentang ‘hubungan’ (*relationship*) antar manusia. Penelitian ini dilakukan untuk dapat memahami bagaimana perkembangan sebuah

hubungan interpersonal. Dalam buku ini akan diberikan model yang dibuat oleh Mak Knapp dan model yang dibuat oleh Duck.

Knapp mengembangkan 2 model' Eskalasi Hubungan' (Knapp *Relationship Escalation Model*) dan model 'Pemutusan Hubungan. (Knapp's *Relationship Termination Model*);

1. Model "Eskalasi":

Dalam model ini proses hubungan terbagi dalam 5 tahapan yang bertingkat, yaitu:

a. Tahap Perkenalan (*initiation*)

Hanya membutuhkan waktu pendek saja, antara 5-10 menit pada tahap ini kedua belah pihak hanya memberikan gambaran tentang diri masing-masing, dan umumnya dalam bentuk salam perkenalan ayng bersifat sangat umum.

b. Tahap Penjajagan (*experimenting*)

Masing-masing pihak mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang teratur dan terstruktur, untuk dapat memperoleh informasi atau gambaran keadaan masing-masing pihak. Tahap ini biasanya merupakan tahap penentuan apakah hubungan akan berlanjut atau dihentikan.

c. Tahapan pendalaman (*intensifying*):

Hubungan menjadi tidak begitu formal dan bersifat lebih mendalam. Pada tahap ini keterbukaan diri (selt-disclosure) menjadi penting, karena pada tahap ini masing-masing pihak akan melihat secara utuh keprobadian masing-masing, dan membangun kesepakatan dan komitmen pada tahap hubungan yang dibina.

d. Tahap Penyatuan (*integrating*):

Masing-masing pihak bergabung dan menyatu. Mereka mulai melakukan kegiatan-kegiatan secara bersama-sama, selalu mengatasnamakan kedua belah pihak dengan menyebut 'kami' (we). Pada tahap ini mulai terbentuk identitas kebersamaan (*shared relational identity*) antara keduabelah pihak.

e. Tahap Pengukuhan *(bonding*)

Hubungan yang telah terbina diumumkan, bahkan kadang-kadang disahkan secara hokum.

2. Model "Pemutusan" Hubungan (Knapp's *relationship termination model)*

Model ini terbagi dalam 5 jenjang pula, yaitu

a. Pembedaan (*Defferentiating*):

Pada tahap ini para pihak mulai menonjolkan keakuannya. Mereka tidak lagi mempergunakan kata kamu sebagi tanda kebersamaan tetapi lebih memilih kata saya. Tanpa didsdari pada pihak ining menunjukan bahwa mereka memiliki kebebasan dan berhak untuk bertindak sendiri. Keadaan ini memberikan dua arti yang bertolak belakang, yaitu bahwa mereka saling mempercayai sehingga tidak perlu selalu bersama; atau merupakan peringatan tentang hubungan kedua belah pihak yang perlu ditinjau kembali.

b. Pembatasan (*Circumcribing*):

Pada tahap ini komunikasi antara kedua belah pihak muali berkurang. Walaupun secara kenampakan dari luar hubungan mereka adalah wajar dan normal, namun pada kenyataannya mereka condong untuk menghindari diskusi atau pembicaraan dengan topic-topik tertentu. Pada tahap ini masih dapat dilakukan usaha-usaha untu memulohkan hubungan kea rah yang positif.

c. Kemacetan (*Stagnanting*):

Merupakan tahap dimana telah terjadi kemacetan komuniksi. Kedua belah pidak berusaha untuk menghindari pembicaraan tentang hubungan mereka, karena mereka sudah dapat memperkirakan apa yang akan dikatakan oleh pihak lain. Pada thap inilah orang mulai sabar bahwa telah terjadi sesuatu dengan hubungan mereka.

d. Penghindaran (*Avoiding*):

Tahap ini dimana kedua belah pihak secar fisik memisahkan diri. Mereka berusaha menghindari peluang-peluang untuk bersama muapun untuk berdiskusi.

e. Pemutusan (*terminating*):

Tahap ini merupakan akhir dari sebuah hubunganinterpersonal. Hunbungan dapat berakhir secara wajar atau tidak wajar, dan pemutusan hubungan ini pun berakhir dengan baik atau tidak baik.

Proses hubungan interpersonal Knapp dapat dijelaskan dengan gambar 14 yang berbentuk tiga kolom tangga. Tangga pertama adalah tangga yang menunjukan tahapan dimulainya proses pembinaan sebuah hubunganinterpersonal. Tangga ini diawali dengan anak tangga yang paling bawah, yaitu pengenalan, dan berakhir pada anak tangga yang paling atas, yaitu pengukuhan. Pengukuhan hubungan interpersonal ini merupakan titik tertinggi dari sebuah hubungan.

Tangga kolom ketiga adalah tangga yang menunjukan suatu tahap pemutusan hubungan yang berawal dari munculnya ras 'perbedaan' antara kedua belah pidak. Secara ssadar atau tidak, masing-masing pihak akan memunculkan 'edo'nya.

Tangga kolom tengan merupakan tangga yang menunjukkan bahwa pada setiap tahapan selalu ada usaha penyelarasan atau pengendalian. Namun apabila pengendalian atau penyelarasan itu tidak berhasil, maka hubungan interpersonal akan sampai pada anak tangga yang paling bawah, yaitu pemutusan hubungan.

3. **Model "Penyaringan Hubungan" (*Duck's Relationship Filtering Model):***

Model yang dikembangkan oleh Duck ini mengandalkan saringan(*filters*) yang dipergunakan untuk memilih tahap hubungan yang ingin dibangun dengan orang lain. Model penyaringan dilakukan melalui 4 isyarat:

a. *Sosiological/ Incidental Cues*;

   Saringan pertama ini menggambarkan kendala-kendala yang akan terjadi dalam pertemuan kita dengan orang lain, sebagai akibat lokasi tempat tinggal atau tempat kerjanya.

b. *Preiteraction Cues*;

Adanya infromasi awal yang kita peroleh tentang seseorang yang belum pernah kita temui, kadang-kadang sudah dapet memberikan masukan, apakah kita kan menjalin hubungan dengan orang tersebut atau tidak.

c. *Interact Cues*;

Setelah kita mulai berinteraksi dengan orang lain, kita dapat menentukan apakah kita akan melanjutkan hubungan dengan orang tersebut.

d. *Cognitive Cues*;

Merupakan tahapan yang lebih dalam dari hubungan yang dirinits. Pada tahap ini saatnya kita menentukan pilihan, atas dasar kepribadian dan tingkat di mana keserasian dua pidak akan terjadi

e. Keterampilan Dalam Komunikasi Interpersonal

Komunikasi interpersonal yang efektif lebih dari hanya sekedar berbicara dan mendengarkan. Komunikasi ini berkaitan dengan pembinaan hubungan antar manusia yang ditandai dengan kerjasama, kejujuran, ketepatan, keterbukaan dan saling menghargai. Banyak aspek yang mempengaruhi pembentuak sebuah hubungan interpersonal, namun dalam buku ini hanya akan membahas beberapa aspek dasar saja, yaitu ; keterbukaan (self-disclosure, ketegasan seseorang (*assertiveness*), dan mengenali konflik.

1. Membuka diri (*Self Disclosure*)

Membuka diri merupakan strategi yang berguna untuk berbagi informasi dengan orang lain. Dengan berbagi informasi maka kedekaran individu dan hubungan interpersonal akan lebih dekat semakin kuat. Membuka diri biasanya dilakukan pada saat kita pertama kali bertemu dengan orang lain.

- Ensklopedia online Wikipedia menuliskan bahwa Self-disclosure atau mebuka diri adalah " suatu tindakan yang dilakukan secara sadar maupun tidak untuk mengungkapkan tentang diri kita kepada orang lain". Self-disclosure termasuk di dalamnya pemikiran, perasaan, aspirasi, tujuan, kesalahan, sukses, impian, senang atau ketidak-senangan seseorang.
- Rebecca Perillo dari dari universitas Southern Maine mendefinisikan bahwa " membuka diri adalah sebuah proses penyediaan informasi untuk individu

lain;. Informasi yang dibuka termasuk pendapat seseorang, perasaan, pengalaman masa lalu, dan rencana kedepan. Membuka diri memegang peranan kunci dalam pengembangan hubungan dan digambarkan sebagai komponen yangdapat menyelaraskan dan membangun sebuah hubungan.

- Membuka diri merupakan karakteristik pribadi. Fisher dan Adams menyatakan bahwa semua pengetahuan tentang diri kita dapat diklasifikasikan dalam dua katagori yaitu ' pengetahuan publik' (apa yang boleh diketahui oleh public tentang kita), dan 'pengetahuan pribadi' (yang diketahui oleh kita sendiri). Jadi apabila seseorang membuat diri kedapa orang lain, berarti ia memberikan informasi pribadinya untuk dapat diketahui oleh umum

Salah satu cara untuk melihat proses dan fungsi seseorang membuka diri adalah dengan mempergunakan Johari Window.

2. Jendela Johari (Johari Window)

Luft dan Harry Ingham adalah dua orang peneliti yang menyatakan bahwa dalam diri manusia terdapat aspek-aspek dari kepribadiannya yang terbuka dan diketahui umum, namun ada pula yang hanya diketahui oleh dirinya sendiri. Pada saat yang sama ada pula hal-hal mengenai dirinya yang diketahui oleh orang lain, namun dirinya sedniri tidak mengetahui.

Ada pula sisi atau bagian dari seseorang yang diketahui siapapun, baik oleh dirinya sendiri maupun oleh orang lain.

Jendela Johari adalah salah satu model yang dapat dipergunakan untuk menggambarkan proses interaksi antar manusia. Model yang dikenal sebagai Jendela Johari (Johari Window) mempergunakan empat kotak atau jendela, untuk menggambarakan dua sumber informasi yaitu "diri sendiri" dan "orang lain". Kotak segiempat dibayangkan sebagai "ruang interpersonal" atau kawasan interpersonal. Model ini membantu kita untuk memehami proses hubungan interpersonal termasuk hambatan-hambatan dan peluang yang ada dalam sebuah kelompok. Jendela Johari memberikan kepada kita sebuah cara untuk melihat bagaimana kepribadian seseorang dinyatakan.

a. Kawasan Terbuka (The Public Area)

Jendela ini menggambarkan kawasan di mana orang dapat memperoleh informasi tentang diri kita atau seseorang. Informasi yang ada pada kawasan ini bukan saja berupa hal-hal yang sifatnya factual, tetapi juga perasaan, keinginan, harapan dan lain mengetahui kekeuatan dan kelemahan seseorang atau diri kita.

b. Kawasan Buta (The Blind Area)

Kawasan ini berisikan hal-hal tentang diri kita sendiri yang diketahui oleh orang lain tetapi kita sendiri tidak mengetahuinya. Hal-hal ini dapat bersifat negative atau positif, dan mempengaruhi penilaian orang tehadap diri kita.

c. Kawasan Tak Dikenal (The Unknown Area)

Kawasan ini berisikan hal-hal tentang diri kita tyang tidak ddiketahui oleh siapapun., baik oleh diri kita sendiri maupun oleh orang lain. Salah satu penyebabnya, kemungkinan karena kita belum pernah memunculkannya di depan umum, ataukemungkinan terkubur jauh dalam diri kita.

d. Kawasan Privat (The Hidden Area)

Kawasan ini berisi hal-hal yang hanya diketahui oleh diri kita sendiri dan bersifat pribadi., buka merupakan konsumsi umum atau orang lain atau konsumsi public.

Proses pemindahan informasi dari wilayah tersembunyi yang bersifat pribadi ke jendela umum untuk memperbesar wilayah umum disibut sebagi membuka diri atau " self-disclosure".

Harus dipahami bahwa membuka diri merupakan proses yang rumit. Diperlukan adanya keberanian dan niatan yang cukup besar untuk membuka diri lebih banyak.

Untuk dapat meningkatkan hubungan interpersonal diperlukan keberanian untuk membuka diri oleh kedua belah pihak. Membuka diri oleh memberikan lebih banyak informasi tentang siapa diri kita kepada pihak lain. Pada gambar 16 telihat bahwa dengan mendorong garis vertical ke sebelah kiri, kawasan umum aka menjadi lebih besar dan kawasan privat akan lebih menjadi kecil. Disamping

itu dengan bekal umpan balik dari pihak lain kita akan lebih mengetahui informasi yang tentang diri kita, yang tidak diketahui.

Saru hal yang perlu kita sadari terlalu membuka diri dapat membawa dampak yang kurang baik, bagi diri kita pribadi meupun bagi hubungan interpersonal yang kita bangun.

3. Keterampilan Asertif (Asswrtiveness Skill)

Keterampilan asertif adalah kemampuan seseorang untuk menyampaikan pemikiran-pemikiran dan perasaan yang besifat positif maupun negative, dengan cara terbuka, jujur, dan langsung. Kita bertanggung jawab terhadap diri sendiri kitan dan tindakan kita, tanpa menghakimi atau menyalahkan orang lain. Hal ini memberikan kemampuan kepada kita untuk berdebat secara konstruktif dan mencari solusi yang dapat diterima oleh dua belah pihak.

Ketegasan dalam komunikasi dan hubungan social menyangkut keterbukaan, kejujuran, dan ketetapan, teguh(firm) pada tempatnya dan fleksibel.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan komunikasi asertif, antara lain: memberikan kenyamanan pada kita dan juga orang lain; mengarahkan pada perkembangan untuk saling menghargai; meningkatkan harga diri; membantu pencapaian sasaran yang kita harapkan; memperkecil kemungkinan menyakiti orang lain.

Di lain pihak apabila ketegasan terlalu jauh sampai kepada pengambilan keungtungan dari orang lain, ini akan berubah menjadi hak orang lain dan membuat meraka merasa dibawah.

Di samping keuntungan terdapat pula kerugian-kerugian dalam penggunaan komunikasi asertif. Ia berisiko bahwa kemungkinan orang lain tidak memahaminya, sehingga tidak dapat menerima gaya komunikasi asertif ini.

Terdapat enam karakteristik utama dalam komunikasi asertif, yaitu: tapan mata (eye contact), bentuk tubuh (body posture), isyarat (gesture), suara (voice), waktu(timing), isi (content) pembicaraan.

Satu hal yang pasti adalah komunikasi asertif bukanlah meruapakan tindakan yang agresif (*NOT Being Aggressive*), namun merupakan sebuah pilihan (choice)

4. *I-Message* dan *You-Message*

"I-Message" adalah cara yang baik untuk memberitahukan kepada orang lain apa yang anda pikirkan. I-message terdiri dari tiga bagian, yaitu 'perilaku' (*behavior*) yang ditunjukkan oleh orang lain; 'dampak' (*effect*) yang terjadi sebagai akibat perilaku yang ditunjukkannya; dan 'perasaan' (*feeling*) dari orang yang terkena perilaku tersebut. Dengan menggunakan pesan-pesan yang memperhatikan tiga kata tersebut di atas, berarti kita telah memberikan informasi yang lengkap, tanpa celah yang dapat mengakibatkan interpretasi lain atau keragu-raguan dari pihak lain. Sebagai contoh: manakala seorang anak buah terlambat hadir rapat, anda mengakatakan :" Apabila anda dating terlambat(perilaku), saya merasa kesal (perasaan) karena ini berarti bahwa saya harus mengulangi informasi yang telah didengarkan oleh rekan-rekan anda sebelumnya(dampak)". Pernyataan anda tersebut akan lebih jauh lebih baik dan cukup tegas, daripada mengabaikan permasalahan atau menunjukan kemarahan anda.

"I" statement merupakan bagian dari komunikasi asertif, karena menjadi asertif termasuk kemampuan kita untuk menyatakan perasaan dan apa yang kita butuhkan secara pada tempatnya.

Salah satu cara untuk menghindari konflik interpersonal adalah menghindari melakukan penuduhan atau menuduh. Salah satu cara adalah dengan mempergunakan pernyataan-pernyataan tentang diri kita sendiri *(I-messages*) dari pada penggunaan (you-messages) bernada menyalahkan orang lain. '*you-message'* bernada menyalahkan sedangkan 'i-message' lebih berorentasi membeberkan permasalahan tanpa menyalahkan siapapun atas kejadian tersebut. Namun demekian perlu dipahami bahwa penggunaan I-message kadang-kadang dapat menyulitkan, karena orang tidak tebiasa untuk berbicara tentang dirinya sendiri atau mengungkapkan perasaan mereka.

Salah satu tantangan terbesar dalam berkomunikasi adalah kemampuan mendengarkan(listening). Kemampuan isi sangat penting agar kita dapat menyerap informasi, dan belajar memahaminya dari sudut pandang pemberi pesan.

5. Konflik Interpersonal

Secara sederhana konflik dapat dinyatakan sebagai sebuah "ekspresi perjuangan" antara dua orang atau kelompok atau lebih, yang saling berkaitan satu dengan lainnya. Mereka kemudian yang menyadari bahwa mereka lebih lagi sejalan, dan tak mungkin lagi untuk tampil bersama.

Ciri-ciri terjadinya konflik interpersonal adalah:

- Adanya ekspresi perjuangan; apabila gejala ini sudah terlihat, maka kedua belah pihak harus melakukan komunikasi untuk hal-hal yang dapat menimbulkan konflik.
- Adanya gejala saling menyalahkan antara kedua belah pihak; konflik terjadi karena mulai terjadi adanya perbedaan persepsi, sudut pandang.
- Memiliki mentalitas *"win-lose*"; berusaha untuk memenangkan posisinya tanpa memperhatikan posisi pihak lainnya.

Adanya ketiga gela tadi telah Nampak, maka perlu adanya tindakan untuk mengatasi fonflik tersebut, karena hubungan interpersonal yang dibina tentunya diharapkan dapat terjalin selama mungkin.

Konflik harus di kelola dan dikendalikan dengan cara:

- Mengevaluasi dan mempertimbangkan pendapat para pihak yang sedang konflik.
- Mengendalikan agar pidhak-pihak yang sedang konflik mau mendengarkan dan mungkin menerima pendapat pihak lain, walaupun tidak menyenangkan.
- Bertindak netral dan berusaha untuk tidak berpihak.
- Masing-masing pihak harus berusaha unutk bertindak dan membuat strategi yang pada situasi "win-win solution".

Konflik merupakan bagian dari hubungan interpersonal. Oleh karenanya mengelola konflok merupakan sesuatu yang terpenting jika diinginkan hubungan itu akan dapat bertahan lama.

6. Keberhasilan Komunikasi Interpersonal

Keberhasilan sebuah komunikasi dapat dilihat tiga komponen, yaitu:

a. Outcome:

Hasil komunikasi harus diketahui oleh semua pihak sehingga dapat ditentukan apa yang diinginkan, kapan, seta sumber daya yang diperlukan untuk mencapainya.

b. *Sensory Awareness:*

Penggunaan indera dan kepekaan kita untuk mengetahui apakah kita bergerak menuju hasil yang kita harapkan.

c. *Flexibility:*

Kemampuan untuk merubah hasil dan respon unutk dapat mencapai hasil yang kita inginkan.

Bahan Bacaan 6 : Macam-macam Metode mengajar untuk Membangun Komunikasi efektif dengan peserta didik

a. Pengertian Metoda

Metode berasal dari kata *meta* berarti melalui, dan *hodos* jalan. Jadi metode adalah jalan yang harus dilalui untuk mencapai suatu tujuan. Metode bisa berarti cara kerja yang bersistem untuk memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan guna mencapai tujuan yang ditentukan. Menurut WJS. Poerwadarminta dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, (1999:767) Metode adalah cara yang telah teratur dan terpikir baik-baik untuk mencapai suatu maksud. Berdasarkan definisi di atas, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa metode merupakan jalan atau cara yang ditempuh seseorang untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

Metode mengajar adalah suatu pengetahuan tentang cara-cara mengajar yang dipergunakan oleh guru atau instruktur. Dalam pengertian lain metode adalah teknik penyajian yang digunakan oleh guru untuk mengajar atau menyajikan bahan pelajaran kepada siswa di dalam kelas agar pelajaran tersebut dapat ditangkap, dipahami dan digunakan oleh siswa dengan baik.

Mengajar sebagai bagian penting dari upaya mencapai tujuan pendidikan tidak dapat dipisahkan dari hakikat pendidikan itu sendiri sebagai suatu bentuk usaha untuk memanusiakan manusia. Jika dihubungkan dengan pengertian pendidikan diarahkan untuk meningkatkan kecerdasan serta dapat memenuhi

kebutuhan pembangunan nasional dan bertanggung jawab atas pembangunan bangsa sehingga alam lingkungan sekolah dimaksudkan sebagai lembaga untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional sebagaimana yang ditegaskan dalam UU Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yaitu mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Siswa sebagai sasaran pembelajaran, dituntut untuk meningkatkan kemampuan belajarnya sehingga dapat memiliki hasil belajar yang baik agar tujuan pendidikan dapat tercapai. Dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa, maka salah satu komponen yang perlu mendapat perhatian adalah penggunaan metode mengajar yang tepat agar siswa dapat menguasai dan memahami konsep-konsep materi pembelajaran dan keterampilan.

Metode mengajar merupakan salah satu aspek yang sangat penting oleh guru dalam proses belajar mengajar di sekolah. Dengan menggunakan metode mengajar yang tepat diharapkan siswa dapat memahami secara optimal materi pelajaran yang diajarkan oleh guru. Menurut Djayadisastra (1985:13) mengemukakan bahwa "berhasil tidaknya siswa dalam pembelajaran sangat tergantung pada tepat atau tidaknya metode mengajar yang dipergunakan oleh guru".

Salah satu usaha yang tidak pernah guru tinggalkan adalah bagaimana memahami kedudukan metode sebagai salah satu komponen yang ikut ambil bagian bagi keberhasilan kegiatan belajar mengajar.

Menurut Winarno yang dikutip oleh Suryosubroto (2002:148) metode pengajaran adalah cara-cara pelaksanaan daripada proses pengajaran, atau soal bagaimana teknisinya sesuatu bahan pelajaran diberikan kepada siswa di sekolah.

b. Ragam Metoda Mengajar

Metode mengajar banyak macam dan jenisnya, setiap jenis metode mengajar mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing, tidak menggunakan satu macam metode saja, mengkombinasikan penggunaan beberapa metode yang sampai

saat ini masih banyak digunakan dalam proses belajar mengajar. Menurut Nana Sudjana (dalam buku *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar,* 1989:78 – 86), terdapat bermacam-macam metode dalam mengajar, yaitu Metode ceramah, Metode Tanya Jawab, Metode Diskusi, Metode Resitasi, Metode Kerja Kelompok, Metode Demonstrasi dan Eksperimen, Metode sosiodrama (*role-playing*), Metode *problem solving,*Metode sistem regu (*team teaching*), Metode latihan (*drill*), Metode karyawisata (*Field-trip*), Metode survai masyarakat, dan Metode simulasi. Untuk lebih jelasnya, penulis uraikan sebagai berikut:

1) Metode ceramah adalah penuturan bahan pelajaran secara lisan. Metode ini tidak senantiasa jelek bila penggunaannya betul-betul disiapkan dengan baik, didukung dengan alat dan media, serta memperhatikan batas-batas kemungkinan penggunaannya. Metode ini seringkali digunakan guru dalam menyampaikan pelajaran apabila menghadapi sejumlah siswa yang cukup banyak, namun perlu diperhatikan juga bahwa metode ini akan berhasil baik apabila didukung oleh metode-metode yang lain, misalnya metode tanya jawab, latihan dan lain-lain. Guru harus benar-benar siap dalam hal ini, karena jika disampaikan hanya ceramah saja dari awal pelajaran sampai selesai, siswa akan bosan dan kurang berminat dalam mengikuti pelajaran, bahkan bisa-bisa siswa tidak mengerti apa yang dibicarakan oleh gurunya.
2) Metode Tanya Jawab adalah metode mengajar yang memungkinkan terjadinya komunikasi langsung yang bersifat *who way traffic*, sebab pada saat yang sama terjadi dialog antara guru dan siswa. Guru bertanya siswa menjawab atau siswa bertanya guru menjawab. Dalam komunikasi ini terlihat adanya hubungan timbal balik secara langsung antara guru dengan siswa.
3) Metode Diskusi adalah tukar menukar informasi, pendapat dan unsur-unsur pengalaman secara teratur dengan maksud untuk mendapat pengertian yang sama, lebih jelas dan lebih teliti tentang sesuatu atau untuk mempersiapkan dan merampungkan keputusan bersama. Oleh karena itu diskusi bukanlah debat, karena debat adalah perang mulut orang beradu argumentasi, beradu paham dan kemampuan persuasi untuk memenangkan pahamnya sendiri. Dalam diskusi tiap

orang diharapkan memberikan sumbangan sehingga seluruh kelompok kembali dengan paham yang dibina bersama.

4) Metode Resitasi, tugas tidak sama dengan pekerjaan rumah, tetapi jauh lebih luas dari itu. Tugas dapat dilaksanakan di rumah, di perpustakaan, di sekolah atau di tempat lainnya. Tugas merangsang anak untuk aktif belajar baik secara individu maupun secara kelompok.
5) Metode kerja kelompok adalah siswa dalam satu kelas dipandang dalam satu kesatuan (kelompok) sendiri atau pun dibagi atas kelompok-kelompok kecil (sub-sub kelompok).
6) Metode demonstrasi dan eksperimen adalah metode mengajar yang sangat efektif, sebab membantu para siswa untuk mencari jawaban dengan usaha sendiri berdasarkan fakta yang benar. Demonstrasi yang dimaksud ialah suatu metode mengajar yang memperlihatkan bagaimana proses terjadinya sesuatu.
7) Metode sosiodrama (role-playing), sosiodrama pada dasarnya mendramatisasikan tingkah laku dan hubungannya dengan masalah sosial.
8) Metode problem solving, metode ini bukan sekedar metode mengajar tetapi juga merupakan satu metode berfikir, sebab dalam solving dapat menggunakan metode lainnya dimulai dari menarik data sampai menarik kesimpulan.
9) Metode sistem regu (team teaching), merupakan metode mengajar dua orang guru atau lebih bekerjasama mengajar sebuah kelompok siswa, jadi kelas dihadapi beberapa guru. Sistem regu banyak macamnya, sebab untuk satu regu tidak senantiasa guru secara formal saja, tetapi dapat melibatkan orang-orang luar yang dianggap perlu sesuai dengan keahlian yang kita butuhkan.
10) Metode simulasi, simulasi berasal dari kata simulate yang artinya pura-pura atau berbuat seolah-olah. Kata simulasition artinya tiruan atau perbuatan yang pura-pura. Dengan demikian, simulasi dalam metode mengajar dimaksud sebagai cara untuk menjelaskan sesuatu (bahan pelajaran) melalui proses tingkah laku imitasi atau bermain peran mengenai suatu tingkah laku yang dilakukan seolah-olah dalam keadaan yang sebenarnya. Penggunan simulasi sangat popular di kalangan masyarakat terutama simulasi. Contoh dalam PEMILU. Dalam belajar juga ini

penting agar siswa tahu tentang kondisi ril dilapangan yang terkait dengan pembelajar konsep, masalah, dan fakta.

11) Pembelajaran Langsung (DL=Direct Learning). Pengetahuan yang bersifat informasi dan prosedural yang menjurus pada ketrampilan dasar akan lebih efektif jika disampaikan dengan cara pembelajaran langsung. Sintaknya adalah menyiapkan siswa, sajian informasi dan prosedur, latihan terbimbing, refleksi, latihan mandiri, dan evaluasi. Cara ini sering disebut dengan metode ceramah atau ekspositori (ceramah bervariasi).
12) Problem Solving. Dalam hal ini masalah didefinisikan sebagai suatu persoalan yang tidak rutin, belum dikenal cara penyelesaiannya. Justru problem solving adalah mencari atau menemukan cara penyelesaian (menemukan pola, aturan, atau algoritma). Sintaknya adalah: sajiakn permasalah yang memenuhi criteria di atas, siswa berkelompok atau individual mengidentifikasi pola atau atuiran yang disajikan, siswa mengidentifkasi, mengeksplorasi,menginvestigasi, menduga, dan akhirnya menemukan solusi.
13) Pembelajaran Bersiklus *(cycle learning)*. Ramsey (1993) mengemukakan bahwa pembelajaran efektif secara bersiklus, mulai dari eksplorasi (deskripsi), kemudian eksplanasi (empiric), dan diakhiri dengan aplikasi (aduktif). Eksplorasi berarti menggali pengetahuan rasyarat, eksplnasi berarti menghenalkan konsep baru dan alternatif pemecahan, dan aplikasi berarti menggunakan konsep dalam konteks yang berbeda.
14) SAVI. Pembelajaran SAVI adalah pembelajaran yang menekankan bahwa belajar haruslah memanfaatkan semua alat indra yang dimiliki siswa. Istilah SAVI sendiri adalah kependekan dari: Somatic yang bermakna gerakan tubuh (hands-on, aktivitas fisik) di mana belajar dengan mengalami dan melakukan; Auditory yang bermakna bahwa belajar haruslah dengan melaluui mendengarkan, menyimak, berbicara, presentasi, argumentasi, mengemukakan pendapat, dan mennaggapi; Visualization yang bermakna belajar haruslah menggunakan indra mata melallui mengamati, menggambar, mendemonstrasikan, membaca, menggunbakan media dan alat peraga; dan Intellectualy yang bermakna bahawa belajar haruslah

menggunakan kemampuan berpikir (minds-on) nbelajar haruslah dengan konsentrasi pikiran dan berlatih menggunakannya melalui bernalar, menyelidiki, mengidentifikasi, menemukan, mencipta, mengkonstruksi, memecahkan masalah, dan menerapkan.

15) Teams Games Tournament (TGT). Penerapan model ini dengan cara mengelompokkan siswa heterogen, tugas tiap kelompok bisa sama bisa aberbeda. Setelah memperoleh tugas, setiap kelompok bekerja sama dalam bentuk kerja individual dan diskusi. Usahakan dinamikia kelompok kohesif dan kompak serta tumbuh rasa kompetisi antar kelompok, suasana diskuisi nyaman dan menyenangkan sepeti dalam kondisi permainan (games) yaitu dengan cara guru bersikap terbuka, ramah , lembut, santun, dan ada sajian bodoran. Setelah selesai kerja kelompok sajikan hasil kelompok sehuingga terjadi diskusi kelas. Jika waktunya memungkinkan TGT bisa dilaksanakan dalam beberapa pertemuan, atau dalam rangka mengisi waktu sesudah UAS menjelang pembagian raport. Sintaknya adalah sebagai berikut:
    a) Buat kelompok siswa heterogen 4 orang kemudian berikan informasi pokok materi dan mekanisme kegiatan
    b) Siapkan meja turnamen secukupnya, missal 10 meja dan untuk tiap meja ditempati 4 siswa yang berkemampuan setara, meja I diisi oleh siswa dengan level tertinggi dari tiap kelompok dan seterusnya sampai meja ke-X ditepati oleh siswa yang levelnya paling rendah. Penentuan tiap siswa yang duduk pada meja tertentu adalah hasil kesewpakatan kelompok.
    c) Selanjutnya adalah opelaksanaan turnamen, setiap siswa mengambil kartu soal yang telah disediakan pada tiap meja dan mengerjakannya untuk jangka waktu terttentu (misal 3 menit). Siswa bisda nmngerjakan lebbih dari satu soal dan hasilnya diperiksa dan dinilai, sehingga diperoleh skor turnamen untuk tiap individu dan sekaligus skor kelompok asal. Siswa pada tiap meja tunamen sesua dengan skor yang dip[erolehnay diberikan sebutan (gelar) superior, very good, good, medium. Bumping, pada turnamen kedua (begitu juga untuk turnamen ketiga-keempat dst.), dilakukan pergeseran tempat

duduk pada meja turnamen sesuai dengan sebutan gelar tadi, siswa superior dalam kelompok meja turnamen yang sama, begitu pula untuk meja turnamen yang lainnya diisi oleh siswa dengan gelar yang sama.

d) Setelah selesai hitunglah skor untuk tiap kelompok asal dan skor individual, berikan penghargaan kelompok dan individual.

16) *Jigsaw.* Model pembeajaran ini termasuk pembelajaran koperatif dengan sintaks seperti berikut ini. Pengarahan, informasi bahan ajar, buat kelompok heterogen, berikan bahan ajar (LKS) yang terdiri dari beberapa bagian sesuai dengan banyak siswa dalam kelompok, tiap anggota kelompok bertugas membahasa bagian tertentu, tiap kelompok bahan belajar sama, buat kelompok ahli sesuai bagian bahan ajar yang sama sehingga terjadi kerja sama dan diskusi, kembali ke kelompok aasal, pelaksnaa tutorial pada kelompok asal oleh anggotan kelompok ahli, penyimpulan dan evaluasi, refleksi.
17) Artikulasi adalah mode pembelajaran dengan sintaks: penyampaian kompetensi, sajian materi, bentuk kelompok berpasangan sebangku, salah satu siswa menyampaikan materi yang baru diterima kepada pasangannya kemudian bergantian, presentasi di depan hasil diskusinya, guru membimbing siswa untuk menyimpulkan.
18) Debate adalah model pembelajaran dengan sisntaks: siswa menjadi 2 kelompok kemudian duduk berhadapan, siswa membaca materi bahan ajar untuk dicermati oleh masing-masing kelompok, sajian presentasi hasil bacaan oleh perwakilan salah satu kelompok kemudian ditanggapi oleh kelompok lainnya begitu setrusnya secara bergantian, guru membimbing membuat kesimpulan dan menambahkannya bila perlu.
19) Role Playing, Sintak dari model pembelajaran ini adalah: guru menyiapkan scenario pembelajaran, menunjuk beberapa siswa untuk mempelajari skenario tersebut, pembentukan kelompok siswa, penyampaian kompetensi, menunjuk siswa untuk melakonkan skenario yang telah dipelajarinya, kelompok siswa membahas peran yang dilakukan oleh pelakon, presentasi hasil kelompok, bimbingan penyimpulan dan refleksi.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas 1 Diskusi Kelompok: Pengantar Idenfitikasi Isi Materi Pembelajaran.

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, lakukan diskusi dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

a. Kesiapan apa yang diperlukan untuk mempelajari materi pembelajaran ini?
b. Jelaskan kompetensi apa saja yang akan Anda capai dalam mempelajari materi pembelajaran ini?
c. Sebutkan bahan bacaan apa saja yang ada di materi pembelajaran ini?
d. Jelaskan cara Anda mempelajari materi pembelajaran ini?

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK - 1**.

Jika Anda dapat menjawab pertanyan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan pembelajaran dengan melakukan Aktivitas Pembelajaran berikut.

Aktivitas 2 Diskusi dan Penggalian Informasi: Pengantar Komunikasi

Diskusikan dan gali informasi melalui internet tentang beberapa permasalahan berikut ini dalam kelompok Anda.

a. Menurut Anda mengapa keterampilan komunikasi dalam kegiatan pembelajaran perlu dikuasai oleh Guru?
b. Apa kendala umum yang terjadi yang tidak disadari oleh Guru sehingga peserta didik seringkali mengalami kesulitan menangkap materi pembelajaran ?
c. Bagaimana cara mengatasi hambatan komunikasi oleh Guru?

Jawablah permasalahan tersebut dalam kelompok dan tuliskan jawabannya pada **LK-2**. Selanjutnya salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dan kelompok lain memberi tanggapan, dan widyaiswara/fasilitator bersama peserta didik memberi kesimpulan untuk penguatan materi.

Aktivitas 3: Teknik Komunikasi Efektif di Kelas

a. Jelaskan mengapa komunikasi yang dilakukan oleh Guru harus benar-benar efektif? Akibat apa yang ditimbulkan, jika komunikasi di kelas tidak efektif?

b. Berikan penjelasan dan contoh aplikasi dalam pembelajaran di kelas terhadap hal-hal berikut ini:
   1) Keterampilan Bahasa
   2) Bahasa Tubuh
c. Bagaimana mengatasi kesulitan peserta didik dalam berkomunikasi?

Aktivitas 4: Komunikasi Effektif

1. Mengapa teknik komunikasi efktif penting?
2. Jelaskan jenis kegiatan yang harus anda lakukan dalam suatu pekerjaan?
3. Jelaskan 5 hukum komunikasi efektif dan berikan penjelasannya?
4. Jelaskan bebarapa kebiasaan mendengar yang buruk?
5. Jelaskan bebrapa kebiasaan mendengar yang baik?

Aktivitas 5: Komunikasi Interpersonal

A. Proses Interpersonal

Baca pertanyaan no 1 sampai dengan 15, kemudian berikan jawaban dengan salah satu pengertian sebagai berikut.

A. Encode

B. Decode

C. Channel

D. Message/Umpan balik

E. Noise/Gangguan

F. Context/Lingkungan

1. ……. Anak-anak bermaksud membuat videotape sendiri dan mengirimkan ke neneknya, daripada menulis surat.

2. …….Herman berusaha mencari jalan untuk memberitahukan kepada ida, bahwa ia tidak dapat ikut berlibur ke Bali.

3. …….Ida menafsirkan pernyataan Herma bahwa ia tidak dapat menemaninya pergi berlibur ke Bali, sebagi ungkapan Herwan ia tidak mencintai Ida lagi.

4. …….Ruangan itu begitu panas dan penuh asap rokok, keadaan ini menyebabkan Ari sulit untuk berkonsentrasi pada pembicaraan temannya.

5. …….Lina tersenyum pada saat Lukito berbicara kepadanya.

6. …….Lusi sedang berkhayal tentang kencannya dengan Hary pada saat Dudi berbicara dengan dia.

7. ,,,,,,,,,karena Jakob belum pernah menikah, maka sulit baginya untuk memahami mengapa Lina yang sudah menikah, berniat mengurangi waktu bertemunya dengan Jakob.

8. …….Richard berpikir bahwa Jon akan meninggalkan dia, pada saat Jon melambaikan tangannya.

9. …….Erin berasal dari keluarga kaya, dan Keti berasal dari keluarga sederhana. Mereka memiliki konflik yang sangat serius bagaimana mereka mengelola uang

10. …….Jessica memutuskan untuk berbohong pada kelompoknya tentang alasan mengapa ia tidak hadir dalam rapat yang diadakan kemarin

11. …….”Sya menolak untuk berangkay”, kata Dadi.

12. …….Levi berhasil mengemukakan alasan yang tepat untuk menyakinkan orang tuanya agar membeli sebuah mobil baru untuknya.

13.

B. Sifat Pasif, Asersif dan Agresif

1. Sebutkan paling sedikit 7 hal yang hilang sebagai akibat dari sifat non-asertif atau pasif yang anda miliki
2. Sebutkan paling sedikit 5 hal yang anda peroleh sebagi akibat dari sifat anda yang asertif.
3. Sebutkan kerugian yang anda peroleh sebagai akibat sifat agresif yang anda miliki.
4. Apa yang anda akan lakukan, apabila anda berdiskusi dengan orang yang memiliki tendensi selalu ingin menang.
5. Tahapan apa yang akan anda lakukan dalam mempertahankan pendapat dan konsep anda.

C. Studi Kasus

Pada saat Negara kita terkena gempa bumi dan tsunami, beredar berita tentang prediksi akan terjasi tsunami di daerah-daerah lain. Akibat dari berita ini bnyak penduduk yang panic, terutama setelah ada pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab menyampaikan pada masyarakat melalui SMS.

Telaah masalah ini dipandang dari sudut Komunikasi Interpersonal.

LEMBAR KERJA KB 1

TEKNIK KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN

LK – 01 mengidentifikasi isi Materi Pembelajaran

1. Kesiapan apa yang diperlukan untuk mempelajari materi pembelajaran ini?

.....
.....
.....
.....

2. Jelaskan kompetensi apa saja yang akan Anda capai dalam mempelajari materi pembelajaran ini?

.....
.....
.....
.....

3. Sebutkan bahan bacaan apa saja yang ada di materi pembelajaran ini?

.....
.....
.....
.....

4. Jelaskan cara Anda mempelajari materi pembelajaran ini?

……
……
……
……

LK – 02 Diskusi dan penggalian Informasi tentang perlunya pemanfaatan media dalam pembelajaran

1. Menurut Anda mengapa keterampilan komunikasi dalam kegiatan pembelajaran perlu dikuasai oleh Guru?

……
……
……
……
……
……

2. Apa kendala umum yang terjadi yang tidak disadari oleh Guru sehingga peserta didik seringkali mengalami kesulitan menangkap materi pembelajaran?

……
……
……
……
……
……

3. Bagaimana cara mengatasi hambatan komunikasi oleh Guru?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

LK - 03. Diskusi dan menggali informasi penerapan TIK dalam pembelajaran

1. Setelah Anda mempelajari bahan bacaan 3, dari beberapa contoh penerapan TIK yang diberikan, contoh mana yang memungkinkan dan sesuai untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah Anda!

.....
.....
.....
.....

.....
.....

2. Mengapa Anda memilih contoh tersebut?

.....
.....
.....
.....

.....
.....

3. Bagaimana langkah yang Anda lakukan untuk menerapkan TIK tersebut dalam kegiatan pembelajaran di kelas?

.....
.....
.....
.....
.....

LK 4: Komunikasi Efektif

1. Mengapa teknik komunikasi efktif penting?.....
   .....
   .....
2. Jelaskan jenis kegiatan yang harus anda lakukan dalam suatu pekerjaan?

   .....

……

3. Jelaskan 5 hukum komunikasi efektif dan berikan penjelasannya?

……

……

4. Jelaskan bebarapa kebiasaan mendengar yang buruk?

……..

……

5. Jelaskan bebrapa kebiasaan mendengar yang baik?

……..

……..

LK - 05 : Komunikasi Interpersonal

1. Sebutkan paling sedikit 7 hal yang hilang sebagai akibat dari sifat non-asertif atau pasif yang anda miliki

……..

……
……

2. Sebutkan paling sedikit 5 hal yang anda peroleh sebagi akibat dari sifat anda yang asertif.

……
……..

3. Sebutkan kerugian yang anda peroleh sebagai akibat sifat agresif yang anda miliki.

……
……..

4. Apa yang anda akan lakukan, apabila anda berdiskusi dengan orang yang memiliki tendensi selalu ingin menang.

   ……..

   ……
   ……..

5. Tahapan apa yang akan anda lakukan dalam mempertahankan pendapat dan konsep anda.

   ……..

   ……
   ……

LK - 06 : Macam – macam Metode Mengajar untuk Membangun Komunikasi efektif Dengan Peserta Didik

1. Untuk membangun komunikasi efketif dalam pembelajaran metode apa saja yang sering Anda gunakan di kelas?

   ……
   ……
   ……..

2. Lakukan simulasi penerapan salah satu metode mengajar sehingga terjadi komunikasi yang efektif?

……

……

…….

3. Berdasarkan metode yang Anda pilih apa keuntungan dan kelamahan dari masing-masing metode tersebut?

……

……

……

Tugas # 1 (Mandiri):

Buatlah suatu pesan kepada siswa Anda, dalam satu bentuk format memo.Isi memo: Anda ingin meminta siswa anda agar mempersiapkan tim untuk membahas rencana pembuatan mebel yang kegiatannya mencakup rancangan berkenaan dengan penggunaan mesin, proses penyiapan bahan, hingga pembuatan dan uji coba.

Tugas # 2 (Mandiri):

Siapkan RPP Anda! Buatlah tinjauan dari segi komunikasi terhadap materi yang ada; kemudian tetapkan apa saluran komunikasi yang akan Anda gunakan agar proses penyampaian materi itu efektif dan efisien.

Buatlah dalam bentuk tabulasi skenario.

Permainan # 1 (Kelompok): **Pesta Telepon** (waktu 15 menit).

- Anda diminta membentuk kelompok yang terdiri dari 5 orang;
- Setiap orang menggunakan *ear-plug* atau *headset*
- Anggota kelompok nomor 1, menyampaikan pesan (yang akan diberikan oleh Widyaiswara/Fasilitator)
- Buat sebuah analisis atas apa yang terjadi (bentuk file ms-word, cantumkan kelompok dan nama peserta tiap kelompok) dan email ke: guruku.luarbiasa@gmail.com

E. Rangkuman

1. Sebagai manusia yang memiliki kebutuhan, hubungan personal akan terjadi hubungan baik akan berkembang. Keterkaitan untuk membuka diri, dan kepercayaan ,dalam membentuk dan memelihara hubungan sosial dalam jangka panjang. Oleh karena itu komunikasi antara sesama manusia sangat penting terutama bagi pendidik/guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas..
2. Pesan atau informasi yang dikirim dalam dua tahap secara bersamaan yaitu sacara verlal dan non verbal, dan untuk memiliki komunikasi yang efketif, perlu diperhitungkan faktor-faktor yang berpengaruh ruang dimana komunikasi itu terjadi, pesan verbal atau non verbal, arti yang dimaksud dengan arti yang diterima bisa saja berbeda.
3. Beberapa unsur penting dalam komunikasi yaitu adanya pengirin (*sender*), penerima pesan (*reciver*), saluran (*channel*), balikan *(feedback*), pesan (*massage*), dan persepsi (*perception*) hal ini sangat berpengaruh terhadap komunikasi yang akan terjadi.
4. Penyebab kegagalan komunikasi karena tingkatan kejelasan pesan, mendorong timbulnya balikan, penggunaan bahasa yang sederhana, mendengarkan secara efektif dan membangun rasa percaya diri, oleh karena itu untuk dapat berkomunikasi dengan orang lain maka seseorang harus memahami dirinya sendiri terlebih dahulu karena konsep diri akan mempengaruhi cara seseorang berkomunikasi.
5. Dalam komunikasi interpersonal; yang sering terabaikan adalah menjadi penerima atau pendengar yang baik. Untuk menjadi penerima atau pendengar yang baik dibutuhkan kemampuan untuk mendengarkan.
6. Berkomunikasi dengan peserta didik sangatlah penting bagi guru dalam proses pem belajaran, dengan berkomunikasi yang baik akan menyampaikan berupa informasi, gagasan, arahan, harapan dan kejelasan matari pembelajaran. Melalui komunikasi guru akan dapat memotivasi sekaligus mengarakkan peserta didik untuk belajar lebih baik.
7. Beberapa metoda pembelajaran yang dapat digunakan di kelas sehingga terjadi komunikasi secara efektif baik siswa dengan siswa, siswa dengan guru.

F. Tes Formatif (Per kegiatan pembelajaran. Berupa Tes Lisan, atau Tulisan, dan Perbuatan)

1. Apa yang dimaksud dengan komunikasi?
2. Mengapa Guru harus mampu berkomunikasi dengan baik?
3. Bagaimana proses komunikasi terjadi?

G. Kunci Jawaban

1. Komunikasi adalah proses penyampaian pesan dari satu pihak kepada pihak yang lain
2. Komunikasi merupakan hal mutlak bagi guru, oleh karena itu dijadikan sebagai salah satu komponen dari strandar kompetensi guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)
3. Membuat/menggambarkan diagram proses komunikasi (sederhana atau lengkap)

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : BAHAN BAKU BIODIESEL

A. Tujuan

Tujuan kegiatan pembelajaran 2 bahan bakar biodiesel peserta diklat dapat:

1. Memahami syarat tumbuh kelapa sawit, nyamplung dan jarak pagar.
2. Menerapkan budidaya kelapa sawit, nyamplung dan jarak pagar.
3. Mengidentifikasi buah kelapa sawit,nyamplung dan jarak pagar. yang siap panen

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat mampu menentukan jenis dan besaran bahan baku biodiesel.

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1. Kelapa Sawit

Pengenalan Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah tanaman perkebunan penting penghasil minyak makanan, minyak industri, maupun bahan bakar nabati (*biodiesel*). Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit kedua dunia setelah Malaysia. Pada tahun 2015 (http://www.jitunews.com/read/13875/inilah-10-negara-produsen-sawit-terbesar-di-dunia), Indonesia menempati posisi pertama produsen sawit dunia. Untuk meningkatkan pembuatan kelapa sawit dilakukan kegiatan perluasan areal pertanaman, rehabilitasi kebun yang sudah ada dan intensifikasi. Pelaku usaha tani kelapa sawit di Indonesia terdiri dari perusahaan perkebunan besar swasta, perkebunan negara dan perkebunan rakyat. Usaha perkebunan kelapa sawit rakyat umumnya dikelola dengan model kemitraan dengan perusahaan besar swasta dan perkebunan negara (inti plasma).

Khusus untuk perkebunan sawit rakyat, permasalahan umum yang dihadapi antara lain rendahnya produktivitas dan mutu pembuatannya. Produktivitas kebun sawit rakyat rata-rata 16 ton tandan buah segar (TBS) per ha, sementara potensi pembuatan bila menggunakan bibit unggul sawit bisa mencapai 30 ton TBS/ha. Produktivitas CPO

(*Crude Palm Oil*)perkebunan rakyat hanya mencapai rata-rata 2,5 ton CPO perha dan 0,33 ton minyak inti sawit (PKO) per ha, sementara diperkebunan negara rata-rata menghasilkan 4,82 ton CPO perhektar dan 0,91 ton PKO per hektar, dan perkebunan swasta rata-rata menghasilkan 3,48 ton CPO per hektar dan 0,57 ton PKO per hektar.

Salah satu penyebab rendahnya produktivitas perkebunan sawit rakyat tersebut adalah karena teknologi perkebunan yang diterapkan masih relatif sederhana, mulai dari pembibitan sampai dengan panennya. Dengan penerapan teknologi budidaya yang tepat, akan berpotensi untuk peningkatan produksi kelapa sawit.

Syarat Tumbuh

Lama penyinaran matahari yang baik untuk kelapa sawit antara 5-7 jam/hari. Tanaman ini memerlukan curah hujan tahunan 1.500-4.000 mm, temperatur optimal 24-28^{o}C. Ketinggian tempat yang ideal untuk sawit antara 1-500 m dpl(di atas permukaan laut). Kelembaban optimum yang ideal untuk tanaman sawit sekitar 80-90% dan kecepatan angin 5-6km/jam. Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah *podzolik,latosol, hidromorfik kelabu, alluvial atau regosol*, tanah gambut saprik, dataran pantai dan muara sungai. Tingkat keasaman (pH) yang optimum untuk sawit adalah 5,0-5,5. Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase (beririgasi) baik dan memiliki lapisan solum cukup dalam (80 cm) tanpa lapisan padas. Kemiringan lahan pertanaman kelapa sawit sebaiknya tidak lebih dari 15^{o}.

Budidaya Kelapa Sawit

a. Pemilihan Benih

Penyediaan benih dilakukan oleh balai-balai penelitian kelapa sawit, terutama oleh *Marihat Research Station* dan Balai Penelitian Perkebunan Medan (RISPA). Balai-balai penelitian tersebut mempunyai kebun induk yang baik dan terjamin dengan pohon induk tipe Delidura dan pohon bapak tipe Pisifera terpilih. Kelapa sawit memiliki

banyak jenis, berdasarkan ketebalan cangkangnya kelapa sawit dibedakan menjadi dura,pisifera dan tenera.

Dura merupakan sawit yang buahnya memiliki cangkang tebal sehingga dianggap dapat memperpendek umur mesin pengolah namun biasanya tandan buahnya besar-besar dan kandungan minyak berkisar 18%. Pisifera buahnya tidak memiliki cangkang namun bunga betinanya steril sehingga sangat jarang menghasilkan buah.Tenera merupakan persilangan antara induk Dura dan Pisifera. Jenis ini dianggap bibit unggul sebab melengkapi kekurangan masing-masing induk dengan sifat cangkang buah tipis namun bunga betinanya tetap fertil. Beberapa tenera unggul, persentase daging per buahnya dapat mencapai 90% dan kandungan minyak pertandannya dapat mencapai 28%.

b. Pengecambahan Benih

Tahapan pekerjaan dalam pengecambahan benihsebagai berikut:

1) Buah dikupas untuk memperoleh benih yang terlepas dari sabutnya. Pengupasan buah kelapa sawit dapat menggunakan mesin pengupas.
2) Benih direndam dalam ember berisi air bersih selama 5 hari dan setiap hari air harus diganti dengan air yang baru.
3) Setelah benih direndam, benih diangkat dan dikeringanginkan di tempat teduh selama 24 jam denganmenghamparkannya setebal satu lapis biji saja.
4) Kadar air dalam biji harus diusahakan agar tetap sebesar 17%.
5) Selanjutnya benih di simpan di dalam kantong plastikberukuran panjang 65 cm yang dapat memuat sekitar 500 sampai 700 benih. Kantong plastik ditutup rapat-rapat dengan melipat ujungnya dan merekatnya. Simpanlahkantong-kantong plastik tersebut dalam peti berukuran 30cm x 20 cm x 10 cm, kemudian letakkan dalam ruang pengecambahan yang suhunya 39 0C.
6) Benih diperiksa 3 hari sekali (2 kali per minggu) dengan membuka kantong plastiknya dan semprotlah dengan air (gunakan hand mist sprayer) agar kelembaban sesuai dengan yang diperlukan yaitu antara 21- 22% untuk benih

Dura dan 28-30% untuk Tenera. Contoh benih dapat diambil untuk diperiksa kelembabannya.

7) Bila telah ada benih yang berkeca
8) mbah, segera semaikan pada pesemaian perkecambahan. Setelah melewati masa 80 hari, keluarkan kantong dari peti di ruang pengecambahan dan letakkan di tempat yang dingin. Kandungan air harus diusahakan tetap seperti semula. Dalam beberapa hari benih akan mengeluarkan tunas kecambahnya. Selama 15-20 hari kemudian sebagian besar benih telah berkecambah dan siap dipindahkan ke pesemaian perkecambahan (prenursery ataupun nursery). Benih yang tidak berkecambah dalam waktu tersebut di atas sebaiknya tidak digunakan untuk bibit.

Penyemaian

Tahapan pekerjaan dalam penyemaian benih meliputi:

1. Benih yang sudah berkecambah disemai dalam polibag kecil, kemudian diletakkan pada bedengan-bedengan yang lebarnya 120 cm dan panjang bedengan secukupnya.
2. Ukuran polibag yang digunakan adalah 12 cm x 23 cmatau 15 cm x 23 cm (*lay flat*).
3. Polibag diisi dengan 1,5-2,0 kg tanah atas yang telah diayak. Tiap polibag diberi lubang untuk drainase.
4. Kecambah ditanam sedalam ± 2 cm dari permukaan tanah dan berjarak 2 cm.
5. Setelah bibit dederan yang berada di *prenursery* telah berumur 3-4 bulan dan berdaun 4-5 helai, bibit dederan sudah dapat dipindahkan ke persemaian bibit (*nursery*).
6. Keadaan tanah di polibag harus selalu dijaga agar tetap lembab tapi tidak becek. Pemberian air pada lapisan atas tanah polibag dapat menjaga kelembaban yang dibutuhkan oleh bibit.
7. Penyiraman dengan sistem *springkel irrigation* sangat membantu dalam usaha menghasilkan kelembaban yang diinginkan dan dapat melindungi bibit terhadap kerusakan karena siraman.

8. Untuk penanaman bibit pindahan dari dederan dibutuhkan polibag yang lebih besar, berukuran 40 cm x 50 cm atau 45 cm x 60 cm *(lay flat*), tebal 0,11 mm dan diberi lubang pada bagian bawahnya untuk drainase. Polibag diisi dengan tanah atas yang telah diayak sebanyak 15-30 kg/polibag, disesuaikan dengan lamanya bibit yang akan dipelihara (sebelum dipindahkan) dipesemaian bibit.
9. Bibit dederan ditanam sedemikian rupa sehingga leher akar berada pada permukaan tanah polibag besar dan tanah sekitar bibit dipadatkan agar bibit berdiri tegak. Bibit pada polibag besar kemudian disusun di atas lahan yang telah diratakan, dibersihkan dan diatur dengan hubungan sistem segitiga sama sisi dengan jarak misalnya 100 cm x100 cm x100 cm.

Gambar 2. 1 Persemaian Kelapa Sawit dalam Polibag

c. Pemeliharaan Pembibitan

Bibit yang telah ditanam di polibag dipelihara dengan baik agar pertumbuhannya sehat dan subur, sehingga bibit akan dapat dipindahkan ke lapang sesuai dengan umur dan saat tanam yang tepat. Pemeliharaan bibit meliputi penyiraman, penyiangan, pengawasan dan seleksi, serta pemupukan.

1) Penyiraman

Penyiraman bibit dilakukan dua kali sehari, kecuali apabila jatuh hujan lebih dari 7-8 mm pada hari yang bersangkutan. Air untuk menyiram bibit harus bersih dan cara menyiramnya harus dengan semprotan halus agar bibit dalam polibag tidak rusak

dan tanah tempat tumbuhnya tidak padat. Kebutuhan air siraman ± 2 lt/polibag/hari, disesuaikan dengan umur bibit.

2) Penyiangan

Gulma yang tumbuh dalam polibag dan di tanah antara polibag harus dibersihkan, dikored atau disemprot dengan herbisida. Penyiangan gulma harus dilakukan 2-3 kali dalam sebulan, atau disesuaikan dengan pertumbuhan gulma.

3) Pengawasan dan Seleksi

Pengawasan bibit dilakukan untuk mengamati pertumbuhan bibit dan perkembangan gangguan hama dan penyakit. Bibit yang tumbuh kerdil, abnormal, berpenyakit dan mempunyai kelainan genetis harus dibuang. Pembuangan bibit (*thinning out*) dilakukan pada saat pemindahan ke *mainnursery*, yaitu pada saat bibit berumur 4 bulan dan 9 bulan, serta pada saat pemindahan bibit ke lapangan. Tanaman yang bentuknya abnormal dibuang, yakni dengan ciri-ciri;

- Bibit tumbuh meninggi dan kaku
- Bibit terkulai
- Anak daun tidak membelah sempurna
- Terkena penyakit
- Anak daun tidak sempurna

4) Pemupukan

Pemupukan bibit sangat penting untuk memperoleh bibit yang sehat, tumbuh cepat dan subur. Pupuk yang diberikan adalah urea dalam bentuk larutan dan pupuk majemuk. Dosis dan jenis pupuk yang diberikan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Dosis dan Jenis Pupuk untuk Bibit

Umur bibit (minggu ke)	Jenis Pupuk	Dosis	Rotasi
4-5	Larutan Urea 0,2 %	3-4 lt larutan/100 bibit	1 minggu

6-7	sda	4-5 lt larutan/100 bibit	1 minggu
8-16	Rustica 15.15.6.4	1 gr/bibit	1 minggu
17-20	Rustica 12.12.17.2	5 gr/bibit	2 minggu
21-28	sda	8 gr/bibit	sda
29-40	sda	15 gr/bibit	sda
41-48	sda	17 gr/bibit	sda

5) Pemindahan Bibit ke Lapangan

Bibit yang telah berumur 8 bulan dapat dipindahkan ke areal pertanaman, tetapi umumnya bibit dipindahkan ke lapang pada umur 10-14 bulan. Pemindahan bibit ke lapangan harus diusahakan agar bibit tidak rusak dan polibagnya tidak pecah.

Gambar 2. 2 Bibit Kelapa Sawit Siap Dipindahkan ke Lapangan

(Sumber : Linda, 2003)

6) Teknik Penanaman

- Penentuan Pola Tanam

  Pola tanam kelapa sawit dapat monokultur ataupun tumpangsari. Pada pola tanam monokulltur, sebaiknya penanaman tanaman kacang-kacangan (LCC) sebagai tanaman penutup tanah dilaksanakan segera setelah persiapan lahan selesai. Tanaman penutup tanah (*legumecover crop* atau LCC) pada areal

tanaman kelapa sawit sangat penting karena dapat memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah, mencegah erosi, mempertahankan kelembaban tanah dan menekan pertumbuhan tanaman pengganggu (gulma). Sedangkan pada pola tanam tumpangsari, tanah diantara tanaman kelapa sawit sebelum menghasilkan dapat ditanami tanaman ubi kayu, jagung atau padi.

Gambar 2. 3 Tumpangsari Kelapa Sawit dengan Ubi Kayu

(Sumber : Linda, 2003)

Pengajiran adalah untuk menentukan tempat yang akan ditanami kelapa sawit sesuai dengan jarak tanam yang dipakai. Ajir harus tepat letaknya, sehingga lurus bila dilihat dari segala arah, kecuali di daerah teras dan kontur. Sistem jarak penanaman yang digunakan adalah segitiga sama sisi, dengan jarak 9x9x9 m. Dengan sistem segi tiga sama sisi ini, pada arah utara – selatan tanaman berjarak t 8,82 m dan jarak untuk setiap tanaman adalah 9 m, jumlah tanaman 143 pohon/ha.

- Pembuatan Lubang Tanam

  Lubang tanam dibuat beberapa hari sebelum menanam. Ukurannya adalah 50x40x40 cm. Pada waktu menggali lubang, tanah bagian atas dan bawah dipisahkan, masing-masing di sebelah utara dan selatan lubang.

- Cara Penanaman

  Penanaman dilakukan pada awal musim hujan, setelah hujan turun dengan teratur. Adapun tahapan penanaman

  1. Letakkan bibit yang berasal dari polibag di masing-masing lubang tanam yang sudah dibuat.
  2. Siram bibit yang ada pada polibag sehari sebelum ditanam agar kelembaban tanah dan persediaan air cukup untuk bibit.
  3. Sebelum penanaman dilakukan pemupukan dasar lubang tanam dengan menaburkan secara merata pupuk fosfat seperti agrophos dan rock phosphate sebanyak 250gr/lubang.
  4. Buat keratan vertikal pada sisi polibag dan lepaskan polibag dari bibit dengan hati-hati, kemudian dimasukkan ke dalam lubang. Timbun bibit dengan tanah galian bagian atas (*top soil*) dengan memasukkan tanah ke sekeliling bibit secara berangsur-angsur dan padatkan dengan tangan agar bibit dapat berdiri tegak.
  5. Penanaman bibit harus diatur sedemikian rupa sehingga permukaan tanah polibag sama ratanya dengan permukaan lubang yang selesai ditimbun, dengan demikian bila hujan, lubang tidak akan tergenang air.
  6. Pemberian mulsa sekitar tempat tanam bibit sangat dianjurkan.

7) Pemeliharaan Tanaman

   Pemeliharaan tanaman meliputi penyulaman, penanaman tanaman penutup tanah, membentuk piringan (bokoran), pemupukan, dan pemangkasan daun.

   - Penyulaman

     Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman yang mati atau tumbuh kurang baik. Penyulaman yang baik dilakukan pada musim hujan. Bibit yang digunakan harus seumur dengan tanaman yang disulam yaitu berkisar 10-14 bulan. Banyaknya sulaman sekitar 3-5% setiap hektarnya. Cara penyulaman sama dengan cara menanam bibit.

- Penanaman Tanaman Penutup Tanah

  Penanaman tanaman kacang-kacangan penutup tanah (LCC) pada areal tanaman kelapa sawit sangat penting karena dapat memperbaiki sifat-sifat fisika, kimia dan biologi tanah, mencegah erosi dan mempertahankan kelembaban tanah, menekan pertumbuhan gulma. Penanaman tanaman kacang-kacangan sebaiknya dilaksanakan segera setelah persiapan lahan selesai. Jenis-jenis tanaman kacang-kacangan yang umum di perkebunan kelapa sawit adalah *Centrosemapubescens, Colopogonium mucunoides* dan *Pueraria javanica*. Biasanya penanaman tanaman kacangan ini dilakukan tercampur (tidak hanya satu jenis).

- Membentuk Piringan (Bokoran)

  Piringan di sekitar tanaman kelapa sawit harus tetap bersih. Oleh karena itu tanah di sekitar pokok dengan jari-jari 1-2 m dari tanaman harus selalu bersih dan gulma yang tumbuh harus dibabat, atau disemprot dengan herbisida.

Gambar 2. 4 Pengendalian Gulma dengan cara Bokoran

(Sumber : Linda, 2003)

- Pemupukan

Jenis pupuk yang diberikan adalah pupuk N, P, K, Mg dan B (Urea, TSP, KCl, Kiserit dan Borax). Pemupukan tambahan dengan pupuk borax pada tanaman muda sangat penting, karena kekurangan borax (Boron *deficiency*) yang berat dapat mematikan tanaman kelapa sawit. Dosis pupuk yang digunakan disesuaikan dengan umur tanaman atau sesuai dengan anjuran Balai Penelitian Kelapa Sawit.

Tabel 2. 2 Dosis Pemupukan pada Tanaman Kelapa Sawit yang Sudah Menghasilkan

Jenis Pupuk	Dosis (kg/ph/th)	Keterangan
Urea	2,0-2,5	diberikan 2x aplikasi
KCl	2,5-3,0	diberikan 2x aplikasi
Kiserit	1,0-1,5	diberikan 2x aplikasi
SP-36	0,75-1,0	diberikan 1x aplikasi
Borax	0,05-0,1	diberikan 2x aplikasi

Pupuk N ditaburkan merata mulai jarak 50 cm dari pokok sampai di pinggir luar piringan. Pupuk P, K dan Mg harus ditaburkan merata pada jarak 1-3 m dari pokok. Pupuk B ditaburkan merata pada jarak 30-50 cm dari pokok. Waktu pemberian pupuk sebaiknya dilaksanakan pada awal musim hujan (September-Oktober), untuk pemupukan yang pertama dan pada akhir musim hujan (Maret-April) untuk pemupukan yang kedua. Untuk tanaman yang belum menghasilkan, yang berumur 0-3 tahun, dosis pemupukan per pohon per tahunnya pada tabel berikut.

Tabel 2. 3 Dosis Pemupukan per pohon per tahun untuk Tanaman yang Belum Menghasilkan, yang berumur 0-3 tahun

Jenis Pupuk	Dosis (kg/ph/th)	Keterangan
Urea	0,4 – 0,6	diberikan 2x aplikasi
KCl	0,2 – 0,5	diberikan 2x aplikasi
Kiserit	0,1 – 0,2	diberikan 2x aplikasi

SP-36	0,25- 0,3	diberikan 1x aplikasi
Borax	0,02-0,05	diberikan 2x aplikasi

Pupuk N, P, K, Mg, B ditaburkan merata dalam piringan mulai jarak 20 cm dari pokok sampai ujung tajuk daun. Waktu pemupukan sebaiknya dilaksanakan pada awal musim hujan (September-Oktober), untuk pemupukan yang pertama dan pada akhir musim hujan (Maret-April) untuk pemupukan yang kedua.

- Pemangkasan Daun

  Pemangkasan daun bertujuan untuk memperoleh pohon yang bersih dengan jumlah daun yang optimal dalam satu pohon serta memudahkan pamanenan. Memangkas daun dilaksanakan sesuai dengan umur/tingkat pertumbuhan tanaman. Macam-macam pemangkasan:

  - Pemangkasan pasir, yaitu pemangkasan yang dilakukan terhadap tanaman yang berumur 16-20 bulan dengan maksud untuk membuang daun-daun kering dan buah-buah pertama yang busuk. Alat yang digunakan adalah jenis linggis bermata lebar dan tajam yang disebut *dodos.*
  - Pemangkasan pembuatan, yaitu pemangkasan yang dilakukan pada umur 20-28 bulan dengan memotong daun-daun tertentu sebagai persiapan pelaksanaan panen.
  - Daun yang dipangkas adalah songgo dua (yaitu daun yang tumbuhnya saling menumpuk satu sama lain), juga buah-buah yang busuk. Alat yang digunakan adalah dodos seperti pada pemangkasan pasir.
  - Pemangkasan pemeliharaan, adalah pemangkasan yang dilakukan setelah tanaman daun tumbuh berkembang dengan maksud membuang daun-daun songgo dua sehingga setiap saat pada pokok hanya terdapat daun sejumlah 28-54 helai. Sisa daun pada pemangkasan ini harus sependek mungkin, agar tidak mengganggu kegiatan panen.

8) Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma bertujuan untuk menghindari terjadinya persaingan antara tanaman kelapa sawit dengan gulma dalam pemanfaatan unsur hara, air dan cahaya. Selainitu pengendalian gulma juga bertujuan untuk mempermudah kegiatan panen. Contoh gulma yang dominan di areal pertanaman kelapa sawit adalah *Imperata cylindrica, Mikaniamicrantha, Cyperus rotundus, Otochloa nodosa, Melostomamalabatricum, Lantana camara, Gleichenia linearis* dan sebagainya. Pengendalian gulma dilakukan dengan cara penyiangan di piringan (*circle weeding*), penyiangan gulma yang tumbuh di antara tanaman LCC, membabat atau membongkar gulma berkayu dan kegiatan buru lalang(wiping).

9) Pengendalian Hama dan Penyakit

Tanaman kelapa sawit tergolong tanaman kuat. Walaupun begitu tanaman ini juga tidak luput dari serangan hama dan penyakit, baik yang kurang membahayakan maupun yang membahayakan. Sebagian besar hama yang menyerang adalah golongan insekta atau serangga. Sedangkan penyakit yang menyerang tanaman sawit umumnya disebabkan oleh jamur, bakteri dan virus.

a) Hama

- Tungau

  Penyebab: Tungau merah (*Oligonychus*). Bagian diserang adalah daun.

  Gejala: Daun menjadi mengkilap dan berwarna kecoklatan. Pengendalian: Penyemprotan dengan akarisida yang berbahan aktif tetradion 75,2 gr/lt (Tedion 75 EC) disemprotkan dengan konsentrasi 0,1-0,2%.

- Ulat Setora

  Penyebab: *Setora nitens*. Bagian yang diserang adalah daun.

  Gejala: daun dimakan sehingga tersisa lidinya saja.

  Pengendalian: Penyemprotan dengan Pestona.

- Nematoda

Penyebab: *Nematoda Rhadinaphelenchus cocophilus*.

Hama ini menyerang akar tanaman kelapa sawit.

Gejala: Daun-daun muda yang akan membuka menjadi tergulung dan tumbuh tegak. Selanjutnya daun berubah warna menjadi kuning dan mengering. Tandan bunga membusuk dan tidak membuka, sehingga tidak menghasilkan buah.

Pengendalian: Tanaman yang terserang diracun dengan natrium arsenit. Untuk memberantas sumber infeksi, setelah tanaman mati atau kering dibongkar lalu dibakar.

- Kumbang

  Penyebab: *Oryctes rhinoceros*.

  Serangan hama ini cukup membahayakan jika terjadi pada tanaman muda, sebab jika sampai mengenai titik tumbuhnya menyebabkan penyakit busuk dan mengakibatkan kematian.

  Pengendalian: Menjaga kebersihan kebun, terutama disekitar tanaman. Sampah-sampah dan pohon yang mati dibakar, agar larva hama mati. Pengendalian secara biologi dengan menggunakan jamur *Metharriziumanisopliae* dan virus *Baculovirus oryctes.*

- Penggerek Tandan Buah

  Penyebab: Ngengat *Tirathaba mundella.*

  Hama ini meletakkan telurnya pada tandan buah, dan setelah menetas larvanya (ulat) akan melubangi buah kelapa sawit.

  Pengendalian: semprot dengan insektisida yang mengandung bahan aktif triklorfom 707 gr/lt atau endosulfan 350 gr/lt,

- Ulat Api

  Penyebab: *Setora nitens, Darna trima dan Ploneta diducta*.

  Hama pemakan daun.

Gejala: Helaian daun berlubang atau habis sama sekali sehingga hanya tinggal tulang daunnya. Gejala ini dimulai dari daun bagian bawah.

Pengendalian: semprot dengan insektisida berbahan aktif triazofos 242 gr/lt karbaril 85 %, dan klorpirifos 25 ULV.

b) Penyakit

- Root Blast

  Penyebab: *Rhizoctonia lamellifera* dan *Phythium Sp*. yang menyerang bagian akar.

  Gejala: bibit di persemaian mati mendadak, tanaman dewasa layu dan mati, terjadi pembusukan akar.

  Pengendalian: pembuatan persemaian yang baik, pemberian air irigasi di musim kemarau, penggunaan bibit berumur lebih dari 11 bulan.

  Pencegahan dengan pengunaan Natural GLIO.

- Garis Kuning

  Penyebab: *Fusarium oxysporum* yang menyerang bagian daun.

  Gejala: bulatan oval berwarna kuning pucat mengelilingi warna coklat pada daun, daun mengering.

  Pengendalian: inokulasi penyakit pada bibit dan tanaman muda. dengan penggunaan Natural GLIO semenjak awal.

- Dry Basal Rot

  Penyebab: *Ceratocyctis paradoxa* yang menyerang bagian batang.

  Gejala: pelepah mudah patah, daun membusuk dan kering; daun muda mati dan kering.

  Pengendalian: adalah dengan menanam bibit yang telah diinokulasi penyakit.

- Bud Rot

Penyebab: bakteri Erwinia. Penyakit ini sering berkaitan erat dengan serangan hama kumbang (*Oryctesrhinoceros*). Setelah hama menyerang titik tumbuh, kemudian dilanjutkan dengan serangan penyakit ini yang merupakan serangan sekunder.

Gejala: kuncup yang di tengah membusuk sehingga mudah dicabut dan berbau busuk. Akibatnya tanaman akan mati dan jika tetap hidup daun tumbuh tidak normal, kerdil dan kurus.

Pengendalian: belum ada cara efektif yang ditemukan dalam pemberantasan penyakit ini. Untuk pencegahannya yaitu menjaga kebersihan (sanitasi) kebun terutama disekitar tanaman.

Catatan: Jika pengendalian hama penyakit dengan menggunakan pestisida alami belum bisa mengatasi, dapat dipergunakan pestisida kimia yang dianjurkan. Agar penyemprotan pestisida kimia lebih merata dan tidak mudah hilang oleh air hujan, tambahkan perekat perata AERO 810,dosis ± 5 ml (1/2 tutup)/tangki.

10) Panen

Tanaman kelapa sawit mulai berbuah setelah 2,5 tahun dan masak 5,5 bulan setelah penyerbukan. Dapat dipanen jika tanaman telah berumur 31 bulan, sedikitnya 60%buah telah matang panen, dari 5 pohon terdapat 1 tandan buah matang panen.

Ciri tandan matang panen adalah sedikitnya ada 5 buah yang lepas/jatuh (brondolan) dari tandan yang beratnya kurang dari 10 kg atau sedikitnya ada 10 buah yang lepas dari tandan yang beratnya 10 kg atau lebih. Disamping itu ada kriteria lain tandan buah yang dapat dipanen apabila tanaman berumur kurang dari 10 tahun, jumlah brondolan yang jatuh kurang lebih 10 butir, jika tanaman berumur lebih dari 10 tahun, jumlah brondolan yang jatuh sekitar 15-20 butir.

Gambar 2. 5 Tandan Buah yang Siap Panen

Waktu panen buah kelapa sawit sangat mempengaruhi jumlah dan mutu minyak yang dihasilkan. Waktu panen yang tepat akan diperoleh kandungan minyak maksimal, tetapi pemanenan buah kelewat matang akan meningkatkan asam lemak bebas (ALB), sehingga dapat merugikan karena sebagian kandungan minyaknya akan berubah menjadi ALB dan menurunkan mutu minyak. Sebaliknya pemanenan buah yang masih mentah akan menurunkan kandungan minyak,walaupun ALBnya rendah.

Untuk memudahkan pemanenan, sebaiknya pelepah daun yang menyangga buah dipotong terlebih dahulu. Pelepah daun yang telah dipotong diatur rapi di tengah gawangan. Untuk mempercepat proses pengeringan serta pembusukan, maka pelepah-pelepah daun tersebut dipotong-potong menjadi 2-3 bagian. Cara pemanenan tandan buah yang matang dipotong sedekat mungkin dengan pangkalnya, maksimal 2 cm. Tandan buah yang telah dipanen diletakkan teratur di piringan dan brondolan dikumpulkan terpisah dari tandan. Kemudian tandan buah atau TBS (tandan buah segar) dan brondolan tersebut dikumpulkan di tempat pengumpulan hasil (TPH). TBS hasil panenan harus segera diangkut kepabrik untuk diolah lebih lanjut. Pada buah yang tidak segera diolah, maka kandungan ALBnya semakin meningkat. Untuk menghindari hal tersebut, maksimal 8 jam TBS setelah dipanen harus segera diolah.

Gambar 2. 6 Tandan Buah Segar Kelapa Sawit yang telah Panen

Besarnya pembuatan kelapa sawit sangat tergantung pada berbagai faktor, di antaranya jenis tanah, jenis bibit, iklim dan teknologi yang diterapkan. Dalam keadaan yang optimal, produktivitas kelapa sawit dapat mencapai 20-25 tonTBS/ha/tahun atau sekitar 4-5 ton minyak sawit. Sebagai gambaran pembuatan TBS, minyak sawit dan inti sawit berbagai umur tanaman per hektar, dapat dilihat pada tabel berikut ini .

Tabel 2. 4 Pembuatan TBS, Minyak Sawit dan Inti Sawit Berbagai Umur Tanaman per Hektar

Umur Tanaman (tahun)	Pembuatan TBS (ton)	Pembuatan Minyak Sawit (ton)	Pembuatan Inti Sawit (Ton)
3	4	0,52	0,11
4	7	1,2	0,18
5	9,67	1,8	0,40
6	11,75	2,3	0,52
7	13,40	2,72	0,59
8	14,67	3,03	0,65
9	17,67	3,37	0,78
10	19,67	4,23	0,87
11	20,83	4,53	0,92
12	21,5	4,70	0,95

Umur Tanaman (tahun)	Pembuatan TBS (ton)	Pembuatan Minyak Sawit (ton)	Pembuatan Inti Sawit (Ton)
13	21,83	4,77	0,96
14	22	4,8	0,97
15	21,83	4,77	0,96
16	21,67	4,73	0,95
17	21,33	4,67	0,94
18	21	4,6	0,92
19	20,5	4,5	0,9
20	20	4,4	0,88
21	19,5	4,3	0,86
22	19	4,2	0,84
23	18,5	4,1	0,81
24	18	4	0,79
25	17,5	3,9	0,77

Bahan bacaan 2. Tanaman Nyamplung

1. Pengenalan Tanaman

Nyamplung merupakan tanaman yang banyak tumbuh di sepanjang pantai di seluruh Indonesia. Tanaman nyamplung atau nama latinnya *Calophylluminophyllum* L. merupakan tanaman yang berasal dari Afrika Timur dan Pantai India tetapi banyak tumbuh di daerah tropis khususnya di negara kepulauan sekitar Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Tanaman nyamplung termasuk ke dalam famili mangosteen seperti halnya tanaman manggis.

Beberapa nama daerah dari tanaman nyamplung adalah Sumatra : Eyobe (Enggano), Punaga (Minangkabau), Penago (Lampung), Nyamplung (Melayu), Jawa : Nyamplung (Jawa Tengah), Nyamplung (Sunda), Camplong (Madura), Bali : Camplong (Bali), Nusa Tenggara : Mantan (Bima), Camplong (Timor), Sulawesi : Dingkalreng (Sangir), Dongkalan

(Mongondow), Dunggala (Gorontalo), Ilambe (Buol), Punaga (Makassar), Pude (Bugis), Maluku : Hatan (Ambon), Fitako (Ternate). Nama di Negara lain adalah Alexandrian laurel, Borneo mahagony (Inggris), Palomaria dela Playa, Pamitaogen, bintaog (Philipina), Kathing (Thailand), Mu-u, cong (Vietnam), Penaga (Sabah), Penaga Laut (Malaysia). Mentangor, bakokol (Serawak).

Pohon nyamplung adalah tumbuhan berukuran medium dengan tinggi pohon bisa mencapai 8-20 meter bahkan ada yang mencapai 30-35 meter. Tinggi batang bebas cabang mencapai 21 meter dengan diameter mencapai 0.8 meter. Batang pohon berwarna abu-abu hingga putih dengan percabangan mendatar. Akar tunggang, bulat dan coklat (Martawijaya *et al*, 2005)

Daun nyamplung merupakan daun tunggal, berbentuk oval dengan ujung meruncing, tebal dan berwarna hijau tua mengkilap serta tidak berbulu. Bunga nyamplung biasanya muncul diketiak, umumnya tidak bercabang tetapi kadang-kadang bercabang yang terdiri dari 3 bunga pada setiap cabangnya, Bunga nyamplung berwarna putih dengan diameter 2 cm, jumlah kelopak empat buah, memiliki benang sari banyak, tangkai putik membengkok, kepala putik bentuk perisai (Friday and Okano, 2006).

Buah nyamplung berbentuk seperti peluru dengan ujung berbentuk lancip dengan panjang 25-50 mm. Kulit luar buah berwarna hijau selama masih bergantung di pohon dan berubah menjadi kekuningan atau kecoklatan setelah matang. Daging buah tipis dan lambat laun akan menjadi keriput, rapuh dan mengelupas dimana di dalamnya terdapat sebuah inti berwarna kuning terutama jika sudah dijemur (Heyne, 1987). Biji nyamplung berukuran cukup besar dengan ukuran diameter 2-4 cm. Biji nyamplung dapat diperoleh dengan membersihkan kulit dan sabut dari biji nyamplung. Dalam setiap 1 kg terdapat 100-200 biji nyamplung (Friday and Okano, 2006). Adapun ciri- ciri morfologi dari tanaman Nyamplung (Calophyllum inophyllum L) adalah :

- Daun : tunggal, bersilang berhadapan, bulat memanjang atau bulat telur, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata, pertulangan menyirip, panjang 10-21 cm, lebar 6-11 cm tangkai 1,5-2,5 cm
- Bunga : majemuk, berbentuk tandan
- Buah : bulat seperti peluru, diameter 2,5-3,5 cm, warna hijau, kering menjadi coklat

- Biji : bulat, tebal, keras, warna coklat, pada inti terdapat minyak berwarna kuning
- Akar : tunggang
- Tinggi Pohon : ± 20 meter

Morfologi tanaman nyamplung (pohon, kulit, bunga, buah dan biji) dapat di lihat pada gambar berikut:

Gambar 2. 7 Morfologi Tanaman Nyamplung

2. Syarat Tumbuh

Tanaman nyamplung umumnya tumbuh di daerah pantai ataupun hutan dataran rendah. Namun demikian tanaman ini juga dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan ketinggian sedang. Tanaman ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap berbagai jenis tanah, pasir, lumpur maupun tanah yang telah mengalami degradasi. Sedangkan menurut Martawijaya *et al.* (1981), tanaman nyamplung tumbuh di hutan tropis dengan curah hujan A dan B pada tanah berawa dekat pantai sampai pada tanah kering berbukit-bukit pada ketinggian 800 m dari permukaan laut. Kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman nyamplung dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 2. 5 Kondisi Lingkungan untuk Pertumbuhan Nyamplung

No	Parameter	Kondisi yang sesuai
1	Iklim	Suhu sedang sampai basah dan tidak cocok pada kondisi sangat dingin
	• Ketinggian	0-800 m dpl
	• Curah hujan	1000-5000 mm
	• Lama musim kering	5 bulan
	• Suhu maksimum	37^0 C
	• Suhu minimum	12^0 C
	• Suhu rata-rata	33^0 C
2	Tanah	Tumbuh baik pada tanah berpasir dengan hujan yang cukup tetapi toleran terhadap tanah lempung (*clay)*, tanah berbatu (*rocky soil*), tanah yang dangkal (*shallow*) dan tanah asin (*saline soil*)
	• Tekstur tanah	Toleran pada tanah berpasir, sandy loams dan sandy clay loams
	• Drainase tanah	Toleran pada drainase buruk
	• Keasaman	pH 4,0-7,4
3	Toleransi kondisi ekstrim	Merupakan pohon keras yang tumbuh di daerah pantai, toleran terhadap air garam, angin dan kekeringan
	• Kekeringan	Toleran terhadap kemarau selama 5 bulan
	• Sinar matahari	Lebih cocok pada daerah dengan sinar matahari penuh dan dapat tumbuh baik pada daerah teduh
	• Pembekuan	Tidak toleran terhadap kondisi beku
	• Waterlogging	Toleran terhadap kondisi dikelilingi air

Sumber : Friday and Okano(2006)

Tanaman nyamplung dapat diperbanyak secara alami dengan menggunakan biji. Biji yang akan digunakan untuk perbanyakan tanaman harus disiapkan 6 bulan sebelum penanaman. Biji yang berjatuhan dikumpulkan dari sekitar pohon nyamplung yang berbuah dua kali dalam setahun. Selanjutnya buah tersebut disimpan dan dibuang sabutnya. Proses germinasi dapat dipercepat dengan merendam biji nyamplung selama 24 jam untuk menghilangkan kulit biji kemudian kulit biji dipecahkan dengan bantuan palu agar proses germinasi lebih cepat. Proses germinasi umumnya berlangsung selama 57 hari bila biji tidak dipecahkan dan selama 38 hari bila sudah dipecahkan lebih dahulu. Proses germinasi harus berada di tempat yang diberi naungan . Setelah 20-24 minggu setelah germinasi, tanaman nyamplung siap dipindahkan dan ditanam di lapang. Media yang digunakan untuk proses pembibitan (Gambar 2) adalah media apa saja yang memiliki kemampuan drainase yang baik.

Gambar 2. 8 Bibit Nyamplung pada Berbagai Tingkat Umur

Pohon nyamplung yang sudah besar dapat di potong dahan dan rantingnya dan akan tumbuh kembali. Pada awal pertumbuhannya, pohon nyamplung akan tumbuh dengan cepat mencapai satu meter per tahunnya, namun setelah berbunga pertumbuhannya akan melambat.

3. Budidaya Nyamplung

   a. Pembenihan

Sumber benih berasal dari serangkaian kegiatan program pemuliaan pohon dalam bentuk : tegakan benih provenan, kebun benih dan kebun pangkas, yang berasal dari penunjukan tegakan alam atau tanaman menjadi : tegakan benih teridentifikasi, tegakan benih terseleksi dan arealpembuatan benih.

Nyamplung berbuah sepanjang tahun dan pohon mulai berbuah pada umur tujuh tahun musim buah umumnya bulan Agustus-September, pohon masih berpembuatan sampai umur 58 tahun, jumlah biji kering/kg sebanyak 100-150 butir

b. Penanganan Benih
    1) Pengumpulan buah/benih (dari bawah pohon/memanjat/bantuan galah atau dari distributor yang jelas asal-usulnya)
    2) Ekstraksi buah (mengeluarkan benih nyamplung dari buahnya secara ekstraksi basah)
    3) Pembersihan manual dan seleksi/sortasi (memilih benih yang berisi, sehat, dan berukuran relative sama)
c. Pengujian dan Perlakuan Pendahuluan

    Benih nyamplung memiliki kulit dengan tempurung yang keras sehingga perlu dilakukan perlakuan pendahuluan (skarifikasi) sebelum pengujian yaitu dilakukan dengan mengecambahkan benih dalam media campuran pasir dan tanah (1:1) menggunakan wadah bak plastik atau kayu ditempatkan dibawah naungan atau rumah kaca ditutup dengan selembar plastik benih.
d. Penyimpanan

    Secara fisiologis benih nyamplung dikategorikan rekalsitran sehubungan dengan kandungan air benih yang cukup tinggi yaitu di atas 30%, sehingga hanya mampu disimpan dalam jangka waktu kurang dari 30 hari. Untuk mempertahankan viabilitas benih sebaiknya benih disimpan pada suhu 16-24 0C dengan kelembaban udara 40-50%.
e. Cara Vegetatif

    Pembibitan vegetatif dapat dilakukan dengan cara makro (konvensional, dengan stek batang masih rendah karena sulit berakar) dan mikro (kultur jaringan, tahap

yang paling penting adalah tahap aklimatisasi sebelum ditanam di lapang. Teknik ini dikembangkan di India).

f. Penanaman

Penanaman terdiri dari penyiapan lahan (pembersihan lahan, pengolahan tanah, pemanasan ajir dan pembuatan lubang tanam biasanya dilaksanakan pada akhir musim kemarau). Penanaman dilaksanakan apabila curah hujan sudah merata atau frekuensi hujan sudah cukup tinggi, pada pantai yang landai nyamplung ditanam mulai jarak 50 m dari bibir pantai. Umumnya bibit yang digunakan berumur 6 bulan atau bila telah mencapai tinggi minimal 40 cm dan berkayu.

Pola tanam yang diterapkan dapat berupa monokultur atau campuran dengan jenis tanaman lain seperti *Baringtonia sp.,Casuarina equisetifolia, Hybiscus tiliceus, Swietenia spp, Acacia mangium, A. auriculiformis, Anacardium accidentale*. Kedua pola tanam diatas dapat dilakukan dengan sistem tumpang sari menggunakan jenis tanaman semusim seperti : semangka dan kacang-kacangan

g. Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan meliputi : penyulaman (tanaman yang cacat, tidak tumbuh normal dan mati), penyiangan (baik pada akhir musim penghujan), pengendalian gulma (secara manual dan kimiawi dengan herbisida yang ramah lingkungan), pemupukan (jenis pupuk yang digunakan dapat berupa pupuk organik (pupuk kandang dan pupuk hijau) dan pupuk anorganik (kimia) seperti urea, TSP, KCL atau NPK dengan berbagai komposisi sesuai dengan kebutuhan hara dan pengendalian hama penyakit). Apabila pada tahun ke tiga persentase tumbuh tanaman kurang dari 40%, maka penanaman dianggap gagal dan penanaman harus di ulang.

h. Hama dan Penyakit

Hasil orientasi pada beberapa lokasi dipulau jawa ditentukan beberapa jenis hama tersebut seperti ulat penggulung daun, kutu putih, dan hama thips (*Thysanoptera*). Penyakit tersebut seperti penyakit embun tepung dan penyakit bercak daun.

Bahan Bacaan 3. Jarak Pagar

1. Pengenalan Jarak Pagar

Tidak diketahui dengan jelas dari mana sesungguhnya tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) itu berasal, namun beberapa ahli botani berpendapat tanaman ini berasal dari Mexico yang kemudian berkembang di sekitar Amerika Tengah kemudian menyebar ke Afrika dan Asia. Sekarang ini Jarak Pagar sudah menyebar luas ke seluruh dunia.

Di Indonesia sendiri tanaman ini diperkenalkan secara resmi kepada petani dan diperintahkan untuk ditanam (tanam paksa bersama kapas) pada jaman pemerintah penjajahan Jepang (1942-1945), namun diperkirakan tanaman ini sudah ada di Indonesia sejak jaman kerajaan dibawa oleh pedagang-pedagang dari India. Waktu itu pemerintah penjajahan Jepang berencana untuk mengembangkan biodiesel dari tanaman Jarak Pagar, tetapi mengingat pemerintah penjajahan Jepang berlangsung relatif singkat di Indonesia maka program tersebut tidak kesampaian.

Di Indonesia sendiri tanaman Jarak Pagar tumbuh secara alami hampir di semua daerah dari Sabang sampai Merauke, namun habitat terbesarnya diperkirakan terdapat pada lahan kritis di daerah Jawa, Bali, Nusa Tenggara Timur dan Maluku. Jarak Pagar yang dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan istilah *Jatropha Curcas*, dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah *Physic Nut*, di berberapa daerah di Indonesia diberi nama yang berbeda-beda misalnya Jarak Putih, Keliki (Bali), Jarak Gundul, Jarak Pager (Jawa), Kaleke Pagar (Madura), Jarak Budeg, Kaleke Pagar (Sunda), Jarak Kosta, Jarak Wolanda (Sulawesi) dan dengan sebutan berbeda pada daerah lainnya. Kalau dipelihara dengan baik, tanaman ini bisa bertahan hidup sampai 50 tahun dan bahkan lebih. Di daerah Nusa Penida, Bali ditemukan Jarak Pagar yang ditanam saat jaman penjajahan Jepang masih bisa hidup dan berbuah sampai sekarang ini walaupun tanpa perawatan.

2. Syarat Tumbuh

Tanaman Jarak Pagar tergolong tanaman yang cukup bandel, dalam arti gampang tumbuh di mana saja dan mudah beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya. Namun dia akan berkembang secara optimal pada Latitude 50° LU - 40° LS, Altitude 0 - 2000 meter di atas permukaan laut, suhu berkisar antara 18° - 30° C. Pada daerah bersuhu rendah (<

18° C) pertumbuhannya akan terhambat sedangkan pada daerah bersuhu tinggi (> 35° C) menyebabkan gugur daun dan bunga, buah kering sehingga pembuatan berkurang. Curah hujan ideal antara 300 mm – 1.200 mm per tahun. Dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur tetapi memiliki drainase baik dan tidak tergenang, ph tanah yang ideal adalah 5.0 - 6.5.

a. Pembibitan

Tanaman Jarak Pagar bisa berkembang biak melalui cara generatif dan juga vegetatif, jadi penyediaan bibit bisa dilakukan dengan benih yang dipilih dari biji yang telah cukup tua yang diambil dari buah yang telah masak biasanya berwarna coklat kehitam-hitaman maupun dengan setek cabang atau batang yang telah cukup berkayu. Penyediaan bibit dengan teknik pengembangan kultur jaringan juga dimungkinkan. Sebenarnya penanaman bisa dilakukan langsung di lapangan (tanpa pembibitan) baik dengan setek maupun benih, namun untuk hasil yang lebih optimal, dianjurkan melalui proses pembibitan dengan menggunakan benih.

Dibandingkan dengan stek, pembibitan dengan benih akan menghasilkan tanaman yang mempunyai perakaran yang lebih kuat sehingga tahan terhadap terjangan angin serta bisa bertahan hidup lebih lama. Mengingat penyediaan bibit (baik melalui benih maupun setek) relatif mudah, teknik penyediaan bibit melalui pengembangan kultur jaringan untuk sementara diabaikan karena disamping pertimbangan faktor ekonomis cara ini juga tidak bisa dilakukan oleh petani pada umumnya karena membutuhkan keterampilan serta biaya yang sangat tinggi. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penyiapan benih untuk pembibitan :

- Benih harus dipilih dari induk yang sehat dan berbuah lebat dan sebaiknya telah berumur 4 tahun atau lebih.
- Biji dipilih yang berbentuk normal (bulat lonjong dan berwarna coklat kehitaman) dan bebas dari penyakit.
- Biji dalam keadaan kering (kadar air 5-7%), sebaiknya berumur tidak lebih dari 15 bulan dari masa panen.

Untuk hasil yang lebih baik dan memudahkan dalam pemindahan, pembibitan sebaiknya dilakukan di dalam polibag (ukuran kecil). Setiap polibag diisi dengan campuran tanah lapisan atas (top soil) dengan pupuk kandang atau kompos, jika tersedia bisa juga dicampur dengan sekam padi (dengan perbandingan 1 : 1 : 1), pemberian sekam padi maksudnya untuk memudahkan proses perputaran udara dalam tanah serta agar bibit dalam polibag tidak menjadi terlalu berat. Setiap polibag ditanami 1 biji benih. Tempat pembibitan diberi naungan atau atap (bisa dari daun kelapa, jerami atau paranet).

Proses pembibitan ini berlangsung 2 – 3 bulan, dimana bibit sudah bisa diharapkan tumbuh dengan ukuran tinggi 30-50 cm. Selama proses pembibitan, penyiraman dilakukan 2 kali sehari (pagi dan sore), penyiangan juga perlu dilakukan untuk membersihkan gulma atau tanaman liar yang mungkin ikut tumbuh di dalam polibag, bibit yang tidak sehat atau pertumbuhannya kerdil sebaiknya disingkirkan. Karena penanaman dilakukan pada awal musim penghujan (antara Oktober sampai Desember) maka proses pembibitan sebaiknya dilakukan pada bulan Agustus.

Gambar 2. 9 Bibit yang Sehat Siap Tanam

(Sumber : Linda, 2003)

b. Penanaman

- Musim Tanam

Penanaman sebaiknya dilakukan pada awal musim penghujan (Oktober sampai Desember) sehingga kebutuhan air bagi tanaman muda cukup tersedia sampai tumbuh kuat sebelum memasuki musim kemarau.

- Penanaman

  Lubang tanam yang sudah disiapkan diisi setengahnya dengan pupuk organik (pupuk kandang atau pupuk kompos) kemudian diisi dengan satu sendok pupuk non-organik NPK plus. Pemberian pupuk organik dimaksudkan untuk meningkatkan unsur hara tanah sedangkan pemberian pupuk non-organik (NPK plus) adalah untuk merangsang perakaran. Bila pupuk non-organik tidak tersedia dan secara ekonomis dianggap memberatkan, maka dapat diabaikan.

  Tanam bibit (dimasukkan ke dalam lubang tanam) dengan merobek polibag terlebih dahulu. Jika tanah dalam polibag terlihat kering, siram terlebih dahulu agar tanahnya tidak pecah, kemudian timbun dengan tanah galian (top soil) dan disiram secukupnya. Jika lahan tidak memiliki drainase yang baik atau pada sifat tanah yang susah menyerap air (seperti tanah liat misalnya) sebaiknya dibikin gundukan pada pangkal tanaman untuk menghindari genangan air, Jarak Pagar tidak suka dengan genangan air yang terlalu lama. Tetapi pada lahan dengan drainase yang baik atau pada sifat tanah yang sangat gampang menyerap air (seperti tanah lempung berpasir misalnya) sebaiknya timbunan tanah dipangkal tanaman dibikin datar atau bahkan cekung sehingga resapan air terkonsentrasi di sana.

  Untuk mengoptimalkan nilai ekonomis lahan serta diversifikasi hasil usaha, pembudidayaan Jarak Pagar disarankan dengan sistim tumpang sari dengan tanaman lain seperti : jagung, kacang-kacangan, singkong atau yang lainnya. Penanaman dengan sistim tumpang sari ini juga dimaksudkan untuk mengurangi resiko serangan hama penyakit. Pada sistim penanaman secara mono-kultural di Tanzania dan Nicaragua dilaporkan adanya serangan serangga pada bunga dan buah serta serangan rayap pada pangkal batang.

  Bila ingin mendapatkan hasil dari tumpang sari secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama maka penanaman dianjurkan dengan jarak 2 x 3 meter

atau bahkan lebih, pada penanaman dengan jarak 2 x 2 meter diperkirakan tumpang sari hanya bisa efektif sampai dua tahun saja sebab setelah itu tajuk tanaman induk sudah saling bertemu sehingga tanaman tumpang sari tidak bisa tumbuh lagi dengan baik. Jarak Tanam 2 x 2 m (tanaman tumpang sari efektif sampai 2 tahun)

- Penyulaman

  Penyediaan bibit sebaiknya 10% diatas kebutuhan (jumlah lubang tanam), hal ini adalah dimaksudkan sebagai persediaan untuk mengganti tanaman yang kemungkinan mengalami kematian setelah ditanam. Dan juga tanaman yang tidak bisa tumbuh dengan baik setelah ditanam atau terlihat kerdil sebaiknya segera diganti dengan bibit baru. Penyulaman sebaiknya dilakukan tidak lebih dari tiga bulan setelah masa tanam pertama agar tidak terlihat terlalu timpang pertumbuhannya dengan tanaman yang ditanam pertama.

c. Pemeliharaan

Pada beberapa daerah berlahan kritis di Bali seperti di daerah Kubu – Karangasem dan Nusa Penida - Klungkung, Jarak Pagar ditemukan bisa bertahan hidup dan berbuah dengan baik di tengah semak-semak di pinggiran hutan. Walaupun demikian, untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu juga diperhatikan faktor pemeliharaan menyangkut : penggemburan lahan & pembersihan gulma, pemupukan, pengendalian hama dan bahkan pengairan bila diperlukan.

- Penggemburan Lahan & Pengendalian Gulma

  Penggemburan lahan dan pengendalian gulma dilakukan dalam sekali waktu (secara bersamaan) sebaiknya dilakukan minimal dua kali setahun yaitu pada awal musim penghujan dan menjelang akhir musim penghujan. Penggemburan dimaksudkan untuk memperlancar peredaran udara dalam tanah, menjaga struktur tanah agar tetap gembur serta drainase tetap terpelihara dengan baik sedangkan pembersihan gulma dimaksudkan untuk mengurangi kompetisi perebutan unsur hara serta kemungkinan gulma sebagai tempat berkembangnya berbagai jenis hama dan penyakit tanaman induk.

- Pemangkasan

  Pemangkasan bertujuan untuk meningkatkan jumlah cabang produktif. Pemangkasan pada tahun pertama dilakukan pada saat tanaman mencapai ketinggian 1 meter dan pemangkasan cabang dilakukan pada tahun ke dua dan ke tiga untuk mendapatkan bentuk dan ukuran tajuk sesuai dengan yang kita inginkan. Tajuk yang baik adalah berbentuk payung, yang memudahkan penyerapan sinar matahari secara merata.

Gambar 2. 10 Pemangkasan

(Sumber : Linda, 2003)

Pemangkasan juga dimaksudkan untuk menjaga tanaman tidak tumbuh terlalu tinggi (lebih dari 2 meter) yang dapat menyulitkan dalam panen. Pemangkasan juga dilakukan pada cabang yang kering atau mati untuk mengindari hama rayap dan anai-anai bersarang di sana.

- Pemberian Pupuk

Pada prinsipnya pemberian pupuk dimaksudkan untuk menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Jenis dan dosis pupuk disesuaikan dengan tingkat kesuburan tanah setempat. Pupuk yang paling baik dan paling ekonomis adalah

pupuk kandang atau pupuk kompos. Pemberian pupuk non-organik sifatnya adalah sebagai pelengkap, kalau diibaratkan dengan menu makanan (manusia) adalah 4 sehat (unsur hara yang ada dalam tanah secara alami + pupuk organik) 5 sempurna (pupun non-organik), jadi sifatnya untuk menyempurnakan. Pemberian pupuk non-organik harus mempertimbangkan faktor ekonomis serta efek sampingnya terhadap kondisi lahan untuk jangka panjang, jadi jika secara ekonomis dianggap memberatkan maka pemberian pupuk organik saja sudah dianggap mencukupi. Hal ini juga atas dasar pertimbangan bahwa muara utama dari budidaya Jarak Pagar adalah untuk pembuatan bio-diesel yang ramah lingkungan maka dalam budidayanyapun kita harus mulai dengan hal-hal yang bersifat ramah lingkungan.

Adapun dosis pupuk yang direkomendasikan untuk setiap satu hektar luas tanaman Jarak Pagar pertahunnya adalah pupuk organik (pupuk kandang atau kompos) sebanyak 2.5 ton (1 kg setiap pohon) serta pupuk non-organik berupa NPK plus sebanyak 100 kg dan bisa juga ditambahkan dengan urea sebanyak 20 kg. Pemupukan dilakukan dua kali setahun yaitu pada awal musim penghujan dan sebelum berakhirnya musim peghujan dan dilakukan setelah proses penggemburan dan pembersihan gulma. Bila untuk pupuk organik dipilih pupuk kandang dari kotoran sapi, sebaiknya dipilih yang sudah tua (sudah hampir menjadi tanah) karena kotoran sapi yang mentah masih mengalami proses fermentasi alami sehingga berhawa panas jadi bisa menghambat pertumbuhan dan bahkan bisa menimbulkan kematian sedangkan kotoran sapi yang baru kering sangat digemari oleh hama rayap dan juga anai-anai yang kemungkinan bisa juga menyerang tanaman induk.

Pemupukan yang efektif adalah dengan cara mendugal dengan membuat galian (kedalaman sekitar 20 – 50 cm, tergantung umur tanaman) melingkar mengikuti tajuk tanaman. Pupuk disebar merata sepanjang galian kemudian ditimbun kembali dengan tanah lapisan atas (top soil) rata lahan.

- Pengairan

Tanaman Jarak Pagar adalah termasuk tanaman yang tahan terhadap kekeringan, bila ditanam pada awal musim penghujan di mana tanaman sudah cukup kuat menghadapi musim kemarau, atas alasan ekonomis pengairan relatif tidak diperlukan. Pada musim kemarau dia mempunyai pertahanan dengan gugur daun tetapi batang dan akar tetap hijau. Namun bila dianggap perlu dan bila penyediaan air dianggap tidak merupakan beban ekonomis yang terlalu berat, pengairan dapat dilakukan pada musim kemarau minimal satu bulan sekali.

Menurut hasil penelitian di India, pada lahan ber-irigasi atau disiram secara teratur pada musim kemarau, produktivitas buah rata-rata lebih tinggi dibandingkan pada lahan non-irigasi atau sama sekali tidak disiram pada musim kemarau.

d. Produktivitas buah

Gambar 2. 11 Biji Kering Per Hektar Lahan

PADA LAHAN NON-IRIGASI

TAHUN	TINGKAT KESUBURAN TANAH		
	RENDAH	SEDANG	TINGGI
KE-1	0.25 TON	0.25 TON	0.40 TON
KE-2	0.50 TON	1.00 TON	1.50 TON
KE-3	0.75 TON	1.25 TON	1.75 TON
KE-4	0.90 TON	1.75 TON	2.25 TON
KE-5	1.10 TON	2.00 TON	2.75 TON

PADA LAHAN BER-IRIGASI

TAHUN	TINGKAT KESUBURAN TANAH		
	RENDAH	SEDANG	TINGGI
KE-1	0.75 TON	1.25 TON	2.50 TON
KE-2	1.00 TON	1.50 TON	3.00 TON
KE-3	4.25 TON	5.00 TON	5.00 TON
KE-4	5.25 TON	6.25 TON	8.00 TON
KE-5	5.25 TON	8.00 TON	12.50 TON

Sumber : www.jatrophaworld.org

e. Pengendalian Hama & Penyakit

Tanaman Jarak Pagar dikenal sebagai tanaman beracun sehingga tidak begitu disukai oleh serangga, jadi relatif aman terhadap hama dan penyakit dibandingkan dengan tanaman yang lainnya. Pencegahan dan pemberantasan hama, dianjurkan sedapat

mungkin dengan cara mekanis dan biologis yang murah dan ramah lingkungan, penggunaan cara kimiawi hendaknya mempertimbangkan faktor ekonomis serta dampak negatifnya terhadap lingkungan secara seksama.

Sampai saat ini di Indonesia belum ditemukan hama dan penyakit yang sangat merugikan, namun demikian di Bali ditemukan beberapa penyakit dan hama dalam skala kecil pada tanaman Jarak Pagar diantaranya :

- Cendawan Hitam

  Penyakit ini menyerang permukaan daun dan bila dibiarkan akan menutupi semua permukaan daun dan menular ke daun yang lainnya. Kalau sudah demikian maka akan mengganggu proses pernafasan dan asimilasi sehingga tanaman menjadi kerdil, daun cepat menguning dan gugur.

  Cendawan ini banyak menyerang tanaman yang tidak mendapatkan penyinaran yang cukup dan tidak mendapat kucuran curah hujan secara langsung dengan memadai. Penyebaran cendawan ini adalah melalui perantara angin dan serangga.

  Cara pencegahannya adalah dengan cara mengatur percabangan dengan pemangkasan sehingga memungkinkan sinar matahari dan udara bisa masuk secara merata ke dalam tajuk.

  Cara pemberantasan pada stadium awal adalah dengan membersihkan daun dengan cairan detergent sedangkan pada stadium akut maka daun yang terinfeksi dipetik, dikumpulkan lalu dibakar atau ditanam dalam-dalam. Dengan mempertimbangkan faktor ekonomis, cara pemberantasan secara kimiawai juga bisa dilakukan dengan penyemprotan dengan Folithion 50 EC (dosis 0.50 cc/liter air), Thiodan 35 EC (dosis) 1.50 cc/liter air) atau bisa juga dengan Tokuthion 500 EC (dosis 2 cc/liter air). Tata cara penggunaannya sebaiknya mengikuti petunjuk yang ada pada kemasan masing-masing.

- Cendawan Tepung

Penyakit ini menyerang batang, daun bagian bawah, bunga dan buah. Cendawan tepung ini mirip dengan sarang laba-laba, kemudian membentuk serbuk berwarna putih mirip tepung. Bila menyerang bunga bisa menyebabkan kerontokan dan bila menyerang buah muda bisa membuat buah menjadi kerdil dan rontok sebelum masak. Cendawan ini biasanya menyerang tanaman dengan lingkungan terlalu lembab dan daun terlalu rimbun. Penyebaran cendawan ini adalah melalui perantara angin dan air hujan.

Cara pencegahannya adalah dengan menjaga sirkulasi udara dan sinar matahari agar bisa masuk dengan leluasa ke dalam kebun dan ke dalam tajuk. Cara pencegahan lain yang bisa dicoba adalan dengan mengundang semut kuning pemakan buah manis (di Bali biasa disebut Semaluh, semacam semut rangrang tapi tidak menggigit) caranya adalah dengan meletakkan kupasan buah - buahan manis yang sudah masak (seperti mangga misalnya) ke dalam dalam ranting pohon, maka semut ini biasanya datang dengan sendirinya. Urine semut ini biasanya ditakuti oleh Cendawan Tepung.

Pemberantasan penyakit ini bisa dilakukan secara mekanis dengan memotong bagian yang terinfeksi dan menyingkirkan atau memusnahkannya dengan dibakar atau ditanam.

Bisa juga menggunakan kapur barus dimasukkan ke dalam minyak tanah (dosis (1butir/liter) kemudian dioleskan atau disemprotkan pada bagian tanaman yang terinfeksi atau dengan fungisida benlate (dosis 0.59/liter air), antracol (dosis 2-3 gram/liter air) atau cobox (dosis 1 gram/1 liter air). Tata cara penggunaannya sebaiknya mengikuti petunjuk yang ada pada kemasan masing-masing.

Rayap dan anai-anai biasanya menyerang akar, batang dan ranting yang kering. Bila menyerang akar dalam jumlah yang banyak bisa meyebabkan kematian atau tumbangnya pohon sedangkan bila meyerang pohon atau ranting bisa menyebabkan pohon atau ranting jadi patah.

Cara pencegahannya adalah dengan menjaga kebun bebas dari tebaran kayu-kayu yang kering dan selalu memotong ranting yang kering dan menyingkirkannya dari kebun. Penggunaan pupuk kandang sebaiknya yang sudah matang (sudah seperti tanah). Cara lain yang bisa dicoba adalah dengan melepas ayam kampung berkeliaran di kebun, ayam kampung gemar menyantap rayap dan anai-anai.
Pemberantasannya bisa dengan menyiram lubang induk atau sarang rayap dan anai-anai dengan minyak tanah.

- Serangga

  Pada sistim penanaman Jarak Pagar secara monokultur di Nicaragua dan Tanzania dilaporkan adanya serangan serangga sejenis kutu loncat, namun di Indonesia jenis hama ini belum ada ditemukan menyerang tanaman Jarak Pagar. Bagian tanaman yang diserang adalah daun, bunga dan buah. Kalau berkaca dari Lamtoro dan Gamal, tanaman yang diserang hama ini bisa menyebabkan kekerdilan dan bahkan kematian bila hama ini menyerang dalam waktu yang relatif lama.

  Cara pencegahannya adalah dengan sistim penanaman secara multi-kultural atau tumpang sari. Pemeliharaan semut rangrang (di Bali disebut Semangah) sebagai predator di dalam pohon juga merupakan sebuah alternatif sebab jenis kumbang ini biasanya dimakan oleh semut rangrang. Namun jumlahnya mesti dikontrol agar tidak berlebihan sebab jenis semut ini membikin sarang dengan menggulung beberapa helai daun sehingga bisa mengganggu asimilasi disamping itu bisa menyusahkan saat panen sebab dia cenderung menggigit kalau disentuh.

  Pemberantasan dengan penyemprotan insektisida juga bisa dilalukan, misalnya dengan : Folothion 50 EC (dosis 0.25 – 0.50 cc/liter air). Tata cara penggunaannya sebaiknya mengikuti petunjuk yang ada pada kemasan masing-masing.

f. Produktivitas dan Panen

Tanaman Jarak Pagar termasuk jenis tanaman yang cepat berpembuatan. Mulai berbunga setelah berumur 3 – 4 bulan dari masa tanam dan pembentukan buah mulai pada umur 4 – 5 bulan. Buah masak pada umur 5 – 6 bulan dicirikan dengan kulit buah berwarna kuning dan kemudian mulai mengering dan berubah warna menjadi coklat kehitam-hitaman.

1) Produktivitas

Produktivitas sangat ditentukan oleh berbagai faktor diantaranya kesuburan tanah dan teknik pemeliharaan. Pada penanaman secara intensif pada lahan yang relatif subur, pembuatan awal (3 – 5 tahun) bisa mencapai antara 1 – 5 kg biji kering per pohon per tahun, pembuatan akan mulai stabil pada tahun ke-5 dan seterusnya. Dengan populasi tanaman sekitar 2.500 pohon per hektar (jarak tanam 2 x 2 m), maka untuk setiap hektar lahan bisa diperoleh rata-rata sekitar 12.5 ton biji kering per tahun pada saat pembuatan mulai stabil. Jika rendemen minyak sebesar 35 - 40 % maka setiap hektar lahan bisa diperoleh sekitar 4.50 ton minyak bio-diesel per hektar per tahun.

2) Panen

Buah Jarak Pagar masak tidak serempak, sehingga perlu hati-hati saat memanen agar bunga dan buah yang masih hijau tidak rusak. Tercampurnya buah yang masih mentah (berwarna hijau) bisa menyebabkan rendahnya kwalitas minyak yang dihasilkan. Buah yang dipanen adalah buah yang sudah masak (berwarna kuning dan mulai mengering). Panen dengan memetik buah yang masak satu per satu dan dikumpulkan dalam suatu tempat.

Gambar 2. 12 Buah yang sudah matang

Buah yang terkumpul kemudian dijemur sampai pecah dengan sendirinya, kemudian bijinya diambil dan dikumpulkan. Bila masih terasa lembab maka biji perlu dikeringkan lagi sampai kadar air mencapai sekirat 5-7%. Pengeringan dengan menjemur pada terik sinar matahari langsung bisa menyebabkan turunnya kwantitas kandungan minyak karena dikhawatirkan adanya penguapan yang relatif tinggi, jadi sebaiknya pengeringan dilakukan di tempat yang teduh namun mendapat sirkulasi udara yang baik. Kemudian disimpan pada tempat yang kering (sebaiknya dalam karung agar mudah memindahkannya).

Penyimpanan bisa dilakukan sampai satu tahun dan sebaiknya tidak lebih dari 15 bulan sebab penyimpanan yang terlalu lama bisa menurunkan kawalitas serta kuantitas kandungan minyak di dalamnya.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Andauntuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Andasebelummempelajari materi pembelajaranbahan baku biodiesel? Sebutkan!

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalammempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa Anda telahmencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Anda bisa menjawab pertanyan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

Kerjakan kegiatan dibawah ini secara kelompok :

1. Amati buah sawit segar dengan mencari gambar atau foto buah sawit, apa perbedaan buah sawit yang baik (matang) dengan buah sawit yang tidak baik (mentah/busuk)?
2. Amati buah nyamplung dengan mencari gambar atau foto nyamplung, apa perbedaan nyamplung yang baik (matang) dengan nyamplung yang tidak baik (mentah)?
3. Melakukan praktek pengelolaan lahan untuk pembenihan tanaman bahan baku biodiesel (jarak pagar, nyamplung dll).
4. Melakukan praktek pembenihan tanaman bahan baku biodiesel.
5. Membuat simulasi pemeliharaan tanaman bahan baku biodiesel

E. Rangkuman

- Produktivitas kebun sawit rakyat rata-rata 16 ton tandan buah segar (TBS) per ha
- Pembuatan bila menggunakan bibit unggul sawit bisa mencapai 30 ton TBS/ha.
- Produktivitas CPO (Crude Palm Oil) perkebunan rakyat hanya mencapai rata-rata 2,5 ton CPO per ha dan 0,33 ton minyak inti sawit (PKO) per ha,
- Perkebunan negara rata-rata menghasilkan 4,82 ton CPO per hektar dan 0,91 ton PKO per hektar

- Perkebunan swasta rata-rata menghasilkan 3,48 ton CPO per hektar dan 0,57 ton PKO per hektar.
- Syarat tumbuh
  - Lama penyinaran matahari yang baik antara 5-7 jam/hari.
  - curah hujan tahunan 1.500-4.000 mm, temperatur optimal 24-28oC.
  - Ketinggian tempat yang ideal antara 1-500 m di atas permukaan laut
  - Kelembaban optimum yang ideal sekitar 80-90% dan
  - kecepatan angin 5-6 km/jam untuk membantu proses penyerbukan.
  - Jenis tanah Podzolik, Latosol, Hidromorfik Kelabu, Alluvial atau Regosol, tanah gambut saprik, dataran pantai dan muara sungai.
  - Tingkat keasaman (pH) yang optimum adalah 5,0-5,5.
  - Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase (beririgasi) baik dan memiliki lapisan solum cukup dalam (80 cm) tanpa lapisan padas.
  - Kemiringan lahan sebaiknya tidak lebih dari 15º
- Berdasarkan ketebalan cangkangnya kelapa sawit dibedakan menjadi dua Pisifera dan Tenera.
- Budidaya Kelapa Sawit meliputi bahan tanam (benih), pengecambahan benih, penyemaian, pemeliharaan pembibitan, penyiraman, penyiangan, pengawasan dan seleksi, pemupukan, pemindahan bibit ke lapangan, teknik penanaman, membentuk piringan (bokoran), pemupukan, pemangkasan daun, pengendalian gulma, pengendalian hama dan penyakit.
- Tanaman kelapa sawit dapat dipanen jika tanaman telah berumur 31 bulan, sedikitnya 60% buah telah matang panen, dari 5 pohon terdapat 1 tandan buah matang panen.
- Tanaman nyamplung dapat diperbanyak secara alami dengan menggunakan biji.
- Nyamplung masih berproduksi sampai umur 58 tahun, jumlah biji kering/kg sebanyak 100-150 butir.

- Penanaman terdiri dari penyiapan lahan (pembersihan lahan, pengolahan tanah, pemanasan ajir dan pembuatan lubang tanam biasanya dilaksanakan pada akhir musim kemarau).
- Kegiatan pemeliharaan meliputi : penyulaman, penyiangan (baik pada akhir musim penghujan), pengendalian gulma, dan pemupukan.
- Jarak Pagar yang dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan istilah Jatropha Curcas
- Kalau dipelihara dengan baik, tanaman ini bisa bertahan hidup sampai 50 tahun dan bahkan lebih.
- Syarat Tumbuh
  - berkembang secara optimal pada Latitude 50° LU - 40° LS, Altitude 0 - 2000 meter di atas permukaan laut,
  - suhu berkisar antara 18° - 30° C.
  - Curah hujan ideal antara 300 mm – 1.200 mm per tahun.
  - Dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur tetapi memiliki drainase baik dan tidak tergenang
  - pH tanah yang ideal adalah 5.0 - 6.5.
- Proses pembibitan ini berlangsung 2 – 3 bulan sebaiknya dilakukan pada bulan Agustus.
- Penanaman sebaiknya dilakukan pada awal musim penghujan (Oktober sampai Desember) sehingga kebutuhan air bagi tanaman muda cukup tersedia sampai tumbuh kuat sebelum memasuki musim kemarau.
- Pemeliharaan jarak pagar meliputi penggemburan lahan & pembersihan gulma, pemupukan, pengendalian hama dan bahkan pengairan bila diperlukan.
- Produktivitas sangat ditentukan oleh berbagai faktor diantaranya kesuburan tanah dan teknik pemeliharaan.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan 3 jenis kelapa sawit berdasarkan ketebalan cangkangnya !
2. Sebutkan minimal 3 ciri bibit kelapa sawit yang abnormal!
3. Berapa umur ideal bibit kelapa sawit yang bisa dipindahkan ke lapangan?

4. Apa yang dimaksud pola tanam monokultur dan tumpangsari pada budidaya kelapa sawit?
5. Apa tujuan dari pengendalian gulma?
6. Sebutkan penyakit penyakit yang menyerang tanaman sawit!
7. Sebutkan ciri tandan matang panen!
8. Mengapa waktu menentukan sekalidalam proses panen kelapa sawit?
9. Sebutkan minimal 2 syarat tumbuh nyamplung!
10. Sebutkan 2 cara pembibitan vegetatif pada nyamplung!
11. Sebutkan jenis pupuk yang digunakan pada nyamplung!
12. Apakah pola tanam pada kelapa sawit bisa diterapkan dalam penanaman nyamplung?
13. Sebutkan curah hujan yang ideal untuk tanaman jarak pagar!
14. Apa keunggulan pembibitan dengan benih dibandingkan stek?
15. Mengapa pembibitan sebaiknya dilakukan pada polibag?
16. Apa manfaat pemberian pupuk organik pada lubang tanam?
17. Mengapa tanaman jarak pagar relatif aman terhadap hama dan penyakit dibandingkan dengan tanaman yang lainnya?
18. Sebutkan ciri buah jarak pagar yang matang?

G. Kunci Jawaban

1. Dura, Pisifera dan Tenera
2. Bibit tumbuh meninggi dan kaku, Bibit terkulai, Anak daun tidak membelah sempurna, Terkena penyakit, Anak daun tidak sempurna
3. 10-14 bulan
4. Monokultur : tanaman satu jenis , tumpangsari : tanaman beberapa jenis
5. Menghindari terjadinya persaingan antara tanaman kelapa sawit dengan gulma dalam pemanfaatan unsur hara, air dan cahaya.
6. Root blast, garis kuning, dry basal rot, dll
7. Sedikitnya ada 5 buah yang lepas/jatuh (brondolan) dari tandan yang beratnya kurang dari 10 kg atau sedikitnya ada 10 buah yang lepas daritandan yang beratnya 10 kg atau lebih
8. Waktu panen yang tepat akan diperoleh kandungan minyak maksimal, tetapipemanenan buah kelewat matang akan meningkatkan asam lemak bebas (ALB), sehingga dapat merugikan karena sebagian kandungan minyaknya akan berubah menjadi ALB dan menurunkan mutu minyak. Sebaliknya pemanenan buah yang masih mentah akan menurunkan kandungan minyak,walaupun ALBnya rendah
9. Iklim :Suhu sedang sampai basah dan tidak cocok pada kondisi sangat dingin, Tanah: tumbuh baik pada tanah berpasir dengan hujan yang cukup tetapi toleran terhadap tanah lempung (clay), tanah berbatu (rocky soil), tanah yang dangkal (shallow) dan tanah asin (saline soil), dll
10. Cara makro (konvensional, dengan stek batang masih rendah karena sulit berakar) dan mikro (kultur jaringan, tahap yang paling penting adalah tahap aklimatisasi sebelum ditanam di lapang
11. Jenis pupuk yang digunakan dapat berupa pupuk organik (pupuk kandang dan pupuk hijau) dan pupuk anorganik (kimia) seperti urea, TSP, KCL atau NPK
12. Bisa
13. Curah hujan ideal antara 300 mm – 1.200 mm per tahun

14. Dibandingkan dengan stek, pembibitan dengan benih akan menghasilkan tanaman yang mempunyai perakaran yang lebih kuat sehingga tahan terhadap terjangan angin serta bisa bertahan hidup lebih lama
15. Untuk hasil yang lebih baik dan memudahkan dalam pemindahan
16. Menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman
17. Tanaman Jarak Pagar termasuk tanaman beracun
18. berwarna kuning dan mulai mengering

LEMBAR KERJA KB-2

LK - 001

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi pembelajaran bahan baku biodiesel? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

4. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh Andasebagai guru kejuruan bahwa Andatelah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PEMBUATAN BIODIESEL

A. Tujuan

1. Dengan melakukan praktikum peserta diklat bisa memahami proses transesterifikasi
2. Dengan melakukan praktikum peserta diklat bisa memahami proses esterifikasi
3. Dengan melakukan praktikum peserta diklat bisa memahami proses pencucian biodiesel
4. Dengan melakukan praktikum peserta diklat bisa memahami proses pengeringan biodiesel

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mampu melakukan proses transesterifikasi
2. Mampu memahami proses esterifikasi
3. Mampu melakukan proses pencucian biodiesel
4. Mampu melakukan proses pengeringan biodiesel

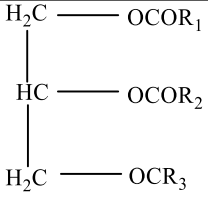
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1

Karakteristik minyak dan lemak yang digunakan dalam Pembuatan Biodiesel

Minyak dan lemak yang dikenal sebagai lipid adalah senyawa hidropobik yang tidak larut dalam air. Mereka berbeda dalam hal wujud fisika pada temperatur ruang. Lipid adalah lemak ester gliserol yang dikenal sebagai trigliserida. Rumus umum nya dapat dilihat pada gambar 3.1

Gambar 3. 1 Trigliserida



Pada gambar 3.1 R_1, R_2 dan R_3 mewakili rantai hidrokarbon dari asam lemak, yang bervariasi dengan panjang dari 12 sampai 18 atom karbon. 3 rantai hidrokarbon mungkin sama atau berbeda panjangnya, bergantung pada jenis minyak , dan mereka juga mungkin berbeda pada jumlah ikatan rangkap pada setiap rantainya.

Asam lemak bisa berupa asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Pada asam lemak jenuh hanya terdapat ikatan tunggal karbon-karbon pada rantainya. Nama-nama asam lemak yang berperan penting dalam minyak bisa dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3. 1 Rumus Kimia Asam lemak yang terkandung dalam Minyak Nabati

Asam Lemak	Rumus Kimia
Asam Laurat (12:0)	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
Asam Palmitat (16:0)	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
Asam Estearat (18:0)	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
Asam Oleat (18:1)	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH\ (CH_2)_7COOH$
Asam Linoleat (18:2)	$CH_3(CH_2)_4CH{=}CH\ CH_2CH{=}CH\ (CH_2)_7COOH$
Asam Linolenat (18:3)	$CH_3CH_2(CH{=}CH\ CH_2)_3(CH_2)_6COOH$
Erucic Acid (22:1)	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH\ (CH_2)_{11}COOH$
Asam Ricinolenat (18:1)	$CH_3(CH_2)_5CHOH\ CH_2CH{=}CH\ (CH_2)_7COOH$

Tabel 3. 2 Perkiraan Berat Asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terkandung dalam minyak nabati dan lemak hewan

Minyak/Lemak	Asam lemak jenuh (b/b)	Asam lemak tak jenuh (b/b)
Kelapa	90	10
Jagung	13	87
Kapas	26	74
Zaitun	14	86
Kelapa Sawit	49	51
Kacang	17	83
Rapeseed	6	94
Kedelai	14	86
Bunga Matahari	11	89
Safflower	9	91
Castor	2	98
Yellow grease	33	67
Lard	41	59
Beef tallow	48	52

Notasi x:y menyatakan jumlah atom karbon dalam molekul minyak (x) dan jumlah ketidakjenuhan misalnya ikatan kovalen rangkap(y), contohnya jika y=0 berarti merupakan

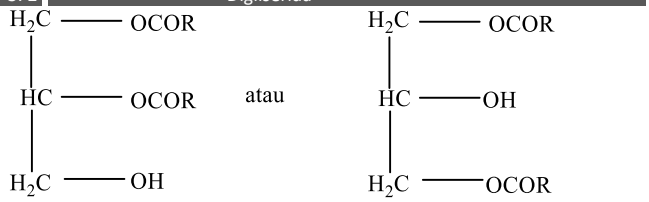
asam lemak jenuh. Tabel 3.2 menyatakan perkiraan kandungan (dalam berat) dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh dalam beberapa minyak nabati dan lemak hewan.

Asam lemak yang terbanyak dalam minyak adalah asam laurat, asam palmitat, asam estearat, asam lioneat dan asam linolenat, walaupun mungkin terdapat asam lemak yang lainnya. yang harus menjadi catatan setiap minyak nabati berbeda kandungan asam lemaknya, contohnya asam ricinoleat merupakan kandungan utama dari minyak kastor, sedangkan dalam minyak zaitun kandungan terbanyaknya adalah asam oleat dan dalam minyak kedelai adalah asam linoleat.

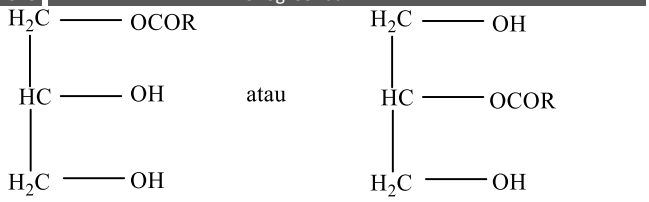
Komposisi yang terdapat pada tabel 2.2 tidak membedakan antara asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh, contohnya minyak kelapa mengandung 90% asam lemak jenuh dalam komposisinya (hampir 80 %adalah asam laurat) dan minyak kelapa sawit mengandung sekitar 49% asam lemak jenuh (lebih dari 80% adalah asam palmitat) dan 60% kandungan asam lemak jenuh dari minyak kedelai adalah asam linoleat, sedangkan kacang mengandung lebih dari 50% asam oleat.
Biodiesel yang bagus harus mengandung hanya asam lemak jenuh.

Minyak nabati juga mungkin mengandung sedikit persentase monogliserida dan gliserida, rumus kimianya dapat anda lihat di gambar 2.3 dan 2.4. sebagai tambahan terdapat pula sebagian kecil asam lemak bebas(pada hampir semua minyak nabatisekitar 1% kecuali pada minyak sawit bisa mencapai lebih dari 15%).
Komposisi dari minyak nabati mempengaruhi sifat fisika dan sifat kimianya. Misalnya titk tuang dan titik kabut, angka cetan dan angka iodin bergantung pada jumlah ketidakjenuhan dan panjang dari rantai asam lemak. Semakin banyak ikatan rangkap akan menurunkan titik beku dan menaikan angka iodin.

Gambar 3. 2 Digliserida



Gambar 3. 3 Monogliserida



Bahan Bacaan 2

Karakteristik Alkohol yang digunakan pada Pembuatan Biodiesel

Alkohol yang bisa digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah alkohol rantai pendek, misal metanol, etanol, butanol dan *amylic alcohol*. Alkohol yang umum digunakan adalah metanol dan etanol karena sifatnya dan ongkos pembuatan yang diperlukan murah. Namun, alkohol yang paling sering digunakan untuk transesterifikasi adalah metanol dibandingkan dengan etanol walaupun lebih beracun karena kecepatan reaksinya lebih tinggi dan teknologi yang diperlukan lebih sederhana.(Romano & Sorichetti, 2011).

Metanolisis dengan katalis basa dapat terjadi pada temperatur ruang dan memberikan perolehan lebih dari 80%, sekalipun reaksi hanya dilaksanakan selama 5 menit (Mittelbach & Remschmidt, 2004).

Mengingat biodiesel adalah bahan bakar energi terbarukan, maka agar pembuatannya 100 % energi terbarukan maka diperlukan bahan baku dari minyak nabati/lemak hewani beserta alkohol yang berasal dari bioetanol dibandingkan alkoho yang berasal dari produk petrokimia. Beberapa negara telah mengadakan penelitian yang berkaitan antara lain negara Spanyol dan Brazil.

Alkohol terpenting yang paling sering digunakan pada pembuatan biodiesel

Metanol. Secara luas digunakan walaupun sifatnya beracun, merupakan alkohol hasil industri petrokimia

Etanol. Lebih sedikit digunakan, karena memerlukan teknologi produksi yang lebih kompleks dan kecepatan reaksinya lebih rendah. Etanol dapat diperoleh dari biomassa.

Bahan Bacaan 3

Proses Pembuatan Biodiesel

1. Transesterifikasi

Biodiesel dibuat dari minyak nabati atau lemak hewani yang direaksikan dengan alkohol melalui reaksi transesterifikasi. Reaksi ini merubah ester (minyak nabati/lemak hewani) menjadi campuran ester alkil asam lemak. Biodiesel diperoleh dari pemurnian campuran ester metil asam lemak (fatty acid methyl esters (FAME)). Untuk mempercepat reaksi biasanya digunakan katalis.Berdasarkan katalis yang digunakan transesterifikasi dapat bersifat basa, asam atau enzimatik.

Basa. Digunakan oleh hampir semua pembuatan biodiesel

Asam. Lebih sedikit digunakan pada industri biodiesel, biasanya digunakan sebagai fase awal pembuatan untuk bahan baku yang bersifat asam.

Enzimatik. Lebih sedikit digunakan sebagai katalis, enzim yang biasa digunakan adalah lipase.

Reaksi Umum transesterifikasi dituliskan sebagai berikut :

$$RCOOR'... + ...R''OH \xrightleftharpoons{\text{Katalis}} R'OH + ..RCOOR''$$

Dimana: RCOOR’ adalah ester (minyak/lemak)

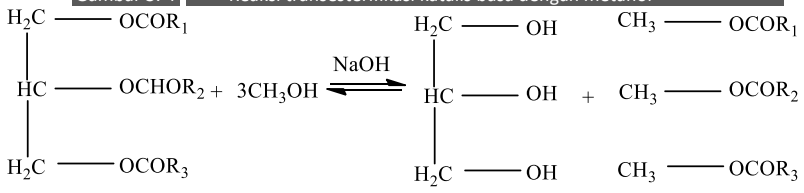
R’’OH adalah alkohol (misalnya metanol)

R’OH adalah alkohol (gliserol)

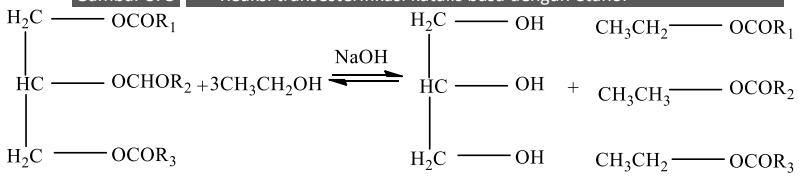
RCOOR’’ adalah campuran ester

Jika yang digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah metanol maka produk yang dihasilkan adalah campuran dari ester metil (gambar 3.4). Jika etanol yang digunakan maka produk yang dihasilkan adalah campuran dari ester etil (gambar 3.6)

Gambar 3. 4 Reaksi transesterifikasi katalis basa dengan metanol



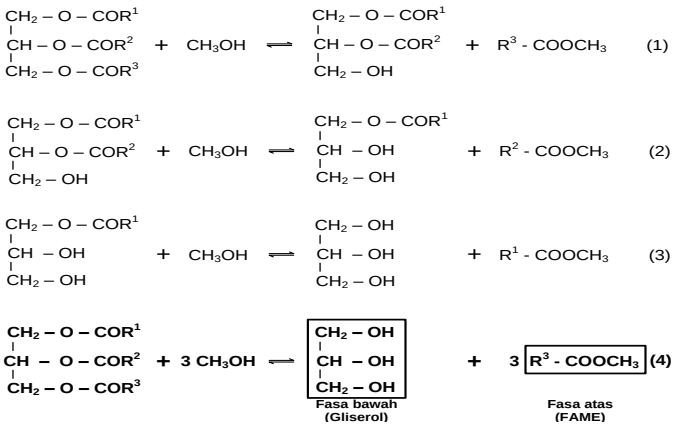
Gambar 3. 5 Reaksi transesterifikasi katalis basa dengan etanol



Pada proses transesterifikasi yang paling umum, 1 mol trigliserida direaksikan dengan 3 mol metanol menghasilkan 1 mol gliserol dan 3 mol ester metil asam lemak (FAME). Reaksi ini terdiri atas 3 tahap reaksi reversibel, dimana molekul trigliserida di ubah secara bertahap menjadi digliserida, monogliserida, dan gliserol. Pada setiap tahap, 1 mol metanol dikonsumsi dan 1 mol ester dihasilkan (Mittelbach & Remschmidt, 2004). Pada tahap reaksi yang pertama, trigliserida sebagai anion alkoksida bereaksi dengan metanol menghasilkan ester metil asam lemak dan diasilgliserol/digliserida (DAG). Kemudian pada tahap reaksi yang kedua, DAG bereaksi dengan metanol membentuk ester metil asam lemak yang lain dan monoasilgliserol/monogliserida (MAG). Pada tahap reaksi ketiga, MAG mengalami metanolisis menghasilkan gliserol dan ester metil asam lemak (Moser, 2009). Ketiga tahapan reaksi ini

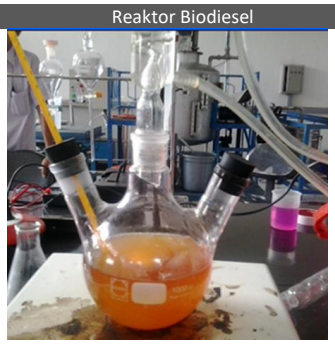
dapat dituliskan dalam reaksi ke-empat dalam Gambar 3.6 dengan produk reaksi transesterifikasi adalah ester metil asam-asam lemak (fasa atas) dan gliserol (fasa bawah).

Gambar 3. 6 Reaksi Transesterifikasi Trigliserida dengan Metanol (Mittelbach & Remschmidt, 2004)



Reaksi transesterifikasi terjadi dengan bantuan katalis basa atau asam. Untuk katalis homogen, katalis basa (umumnya menggunakan KOH atau NaOH) lebih banyak digunakan daripada katalis asam. Pada temperatur dan konsentrasi katalis yang sama, metanolisis dengan katalis basa lebih cepat 4000 x dibandingkan dengan katalis asam. Selain itu, katalis basa tidak korosif ke peralatan industri, sehingga persyaratan bahan konstruksi reaktor menjadi lebih ringan.

Gambar 3. 7 Reaktor Biodiesel



(Sumber : Koleksi Pribadi)

Gambar 3. 8 Pemisahan fasa biodiesel (atas) dan gliserol (bawah)

(Sumber : Koleksi Pribadi)

2. Esterifikasi

Minyak-lemak mentah tak jarang mengandung asam lemak bebas dalam jumlah besar. Asam lemak bebas adalah asam yang di bebaskan pada hidrolisa dari minyak/lemak. Untuk minyak/lemak mentah seperti ini, mendahului proses transesterifikasi, dilakukan proses (pra)/esterifikasi. Definisi ilmiah esterifikasi adalah reaksi pembentukan ester dari asam karboksilat dengan alkohol (Fessenden & Fessenden, 1999). Tujuan dari reaksi esterifikasi ini adalah untuk menurunkan angka asam minyak atau lemak.

Angka asam adalah jumlah miligram KOH/NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak. Angka asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak (Ketaren, 1986).

Angka asam yang besar menunjukkan asam lemak bebas yang besar pula. Asam lemak bebas tersebut dapat dari hidrolisa minyak ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik. Terkadang bilangan asam juga dinyatakan sebagai derajat asam yaitu banyaknya mililiter KOH/NaOH 0,1 N yang diperlukan untuk menetralkan 100 gram minyak atau lemak (Sudarmadji, 1989).

Pada Reaksi esterifikasi asam lemak bebas diubah menjadi ester metil asam lemak melalui pereaksian dengan metanol :

$RCOOH + CH3OH \leftrightarrow H2O + RCOOCH_3$

Asam lemak bebas + Metanol ↔ Air + Ester alkil asam lemak

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan endoterm, sehingga diperlukan pemanasan untuk mempercepat reaksi ini. Walaupun reaksi sudah dipercepat dengan katalis, namun masih merupakan reaksi kesetimbangan yang relatif lambat. Katalis yang cocok untuk reaksi esterifikasi adalah asam kuat, seperti asam sulfat asam sulfonat organik, dan resin penukar kation asam kuat (Soerawidjaja, 2011). Dalam pelaksanaannya, katalis yang kerap kali digunakan adalah asam sulfat.

3. Pencucian Biodiesel

Campuran metil ester asam lemak (FAME) yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi harus dimurnikan untuk menghasilkan biodiesel sesuai standar, oleh karena itu FAME harus dicuci, dinetralisir dan dikeringkan.

Tujuan pemurnian FAME (ester metil asam lemak) adalah untuk menghilangkan sisa katalis, sisa gliserol dan ion logam sebagai sabun.

Sisa katalis sebagai hidroksidanya ataupun metoksida masih tertinggal pada ester metil asam lemak setelah proses pemisahan fasa gliserol dan fasa ester metil asam lemak harus dihilangkan karena akan menyebabkan kerusakan yang berupa korosi basa pada pompa injeksi dan berbagai bagian sistem bahan bakar. Sisa katalis ini mengakibatkan ester metil asam lemak akan bersifat basa yang seharusnya netral atau dengan keasamanan 0,5 mg KOH/gnya.

Gliserol merupakan produk metanolisis trigliserida minyak nabati dan dihasilkan bersama-sama dengan ester metil asam lemak. Sebagian kecil gliserol akan berada pada fasa ester metil asam lemak ketika proses pemisahan fasa sedangkan sebagian besar akan terbawa pada fasa bawahnya. Gliserol yang tertinggal harus dihilangkan sampai kurang dari 0,24%-berat. Kadar gliserol yang tinggi akan mengakibatkan terbentuknya gum pada nosel injeksi bahan bakar di ruang mesin.

Sabun merupakan hasil reaksi samping pembuatan ester metil asam lemak yang diakibatkan adanya air dalam kadar kecil sekalipun. Sebagian besar sabun yang terbentuk

akan terbawa pada fasa gliserol ketika pemisahannya, tetapi kadar sabun yang tinggi akan mengakibatkan akumulasi sabun padat pada pompa injeksi bahan bakar yang mengakibatkan terganggunya gerak komponen-komponen pompa injeksi bahan bakar. Monitor dari kadar sabun dapat diketahui dari angka asam yang terlalu rendah.

Pencucian dilakukan dengan menggunakan air untuk menghilangan metanol dan katalis dan gliserin karena kontaminan-kontaminan tersebut bersifat larut dalam air.

Pencucian harus dilakukan hati-hati untuk menghindari terbentuknya emulsi, yang akan mengurangi efisensi pembuatan. Langkah pertama pencucian dilakukan dengan menggunakan air yang diasamkan untuk menetralkan campuran ester. Kemudian pencucian tambahan sebanyak dua kali hanya menggunakan air saja. Sisa air dari proses pencucian harus dikeringkan melalui proses pengeringan yang akan dibahas lebih lanjut.

Alternatif lain pencucian adalah dengan menggunakan air biasa (tidak diasamkan) tetapi pencucian dilakukan beberapa kali sampai air bekas pencucian mempunyai pH netral.

Proses pemurnian FAME bisa dilakukan pula dengan menggunakan resin penukar ion atau silikat.

Gambar 3. 9 Proses Pencucian

(Sumber: Koleksi Pribadi)

Gliserol yang diperoleh dari reaksi kimia bukan termasuk kualitas bagus dan tidak mempunyai nilai komersial, sehingga harus dimurnikan terlebih dahulu setelah dipisahkan. Untuk pembuatan skala kecil pemurnian gliserol tidak bernilai ekonomi karena gliserol yang dihasilkan sedikit tetapi untuk skala besar sangat menguntungkan.

4. Pengeringan Biodiesel

Langkah pemurnian selanjutnya adalah pengeringan yaitu pemisahan ester metil asam lemak dari air dan metanol yang tersisa ketika proses pencucian.

Biodiesel (ester metil asam lemak) dipanaskan konstan 60°C dan divakum selama 30 menit. Setelah pengeringan produk yang dihasilkan siap diuji untuk menentukan biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar nasional/internasional.

Gambar 3. 10 Set Alat Pengering Biodiesel

(Sumber: Koleksi Pribadi)

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pembelajaran 1 Parameter Reaksi
   a. Diskusikanlah bersama kelompok Anda dan carilah sumber-sumber materi tersebut di internet mengenai :
      1) Berapa perbandingan molar alkohol dan minyak nabati pada reaksi transesterifikasi
      2) Berapa temperatur dan waktu yang reaksi yang optimum untuk reaksi transesterifikasi
      3) Pengaruh kemurnian minyak nabati (bahan baku) pada efisiensi reaksi
      4) Mengapa alkohol yang digunakan harus bebas air dan bahan baku minyak harus mengandung sedikit asam lemak bebas.
   b. Tuliskanlah hasil diskusi kelompok anda pada lembar kerja 2.1
2. Aktivitas Pembelajaran 2 Esterifikasi
   a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan reaksi esterifikasi sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja 2.2.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 2.2
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang anda lakukan dan tuliskan pada LK 2.2
3. Aktivitas Pembelajaran 3 Transesterifikasi
   a. Anda bersama kelompok anda diharuskan melakukan reaksi transesterifikasi sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja 2.3.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 2.3
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang kelompok Anda lakukan dan tuliskan pada LK 2.3
4. Aktivitas Pembelajaran 4 Pencucian Biodiesel
   a. Anda bersama kelompok anda diharuskan melakukan pencucian biodiesel sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja (LK) 2.4. biodiesel diperoleh dari praktikum transesterifikasi pada aktifitas pembelajaran 3.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 2.4
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang kelompok anda lakukan dan tuliskan pada LK 2.4

5. Aktivitas Pembelajaran 5 Pengeringan Biodiesel
   a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan pengeringan biodiesel yang telah dicuci pada aktifitas pembelajaran 4, sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja (LK) 2.4.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 2.4
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang Anda lakukan dan tuliskan pada LK 2.4.
6. Aktivitas Pembelajaran 6

   Anda dan kelompok Anda mempresentasikan hasil praktikum dan peserta diklat dari kelompok lain diberi kesempatan untuk memberikan komentar atau menanggapinya dengan bahasa yang baik dan santun.

E. Rangkuman

1. Proses transesterifikasi

   Transesterifikasi adalah reaksi antara trigliserida dan alkohol menghasilkan gliserol bebas dan ester alkil asam lemak.
2. Proses esterifikasi

   Esterifikasi adalah reaksi pembentukan ester dari asam karboksilat dengan alkohol. Esterifikasi bertujuan untuk menurunkan angka asam bahan baku.
3. Pencucian biodiesel bertujuan untuk menghilangkan methanol, gliserol dan katalis yang tersisa pada biodiesel. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air.
4. Pengeringan biodiesel bertujuan untuk menghilangkan air dan metanol yang tersisa pada biodiesel. Pencucian dilakukan dengan pemanasan dan pompa vakum.

F. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas !

1. Apa yang dimaksud dengan transesterifikasi?
2. Mengapa rentang temperatur reaksi transesterifikasi adalah antara 50-60ºC.
3. Mengapa katalis basa pada reaksi transesterifikasi lebih digunakan secara luas dibandingkan katalis lainnya seperti asam atau enzim?
4. Apa yang dimaksud dengan esterifikasi?

5. Apa tujuan esterifikasi?
6. Apa yang dimaksud dengan asam lemak bebas?
7. Jelaskan proses esterifikasi secara sederhana?
8. Mengapa kehadiran air dan asam lemak mempengaruhi efisiensi produksi biodiesel?
9. Apa tujuan pencucian biodiesel?
10. Apa tujuan pengeringan biodiesel?

G. Kunci Jawaban

1. Transesterifikasi adalah reaksi antara trigliserida dan alkohol menghasilkan gliserol bebas dan ester alkil asam lemak.
2. Untuk menghindari menguapnya metanol, karena titik didih metanol 68ºC.
3. Pada temperatur dan konsentrasi katalis yang sama, metanolisis dengan katalis basa lebih cepat 4000 x dibandingkan dengan katalis asam. Selain itu, katalis basa tidak korosif ke peralatan industri, sehingga persyaratan bahan konstruksi reaktor menjadi lebih ringan.
4. Esterifikasi adalah reaksi pembentukan ester dari asam karboksilat dengan alkohol.
5. Esterifikasi bertujuan untuk menurunkan angka asam bahan baku.
6. Asam lemak bebas adalah asam yang di bebaskan pada hidrolisa dari minyak atau lemak.
7. Reaksi antara bahan baku (minyak nabati) dengan alkohol (metanol) dengan katalis asam
8. Untuk mendapatkan perolehan yang maksimal, alkohol harus bebas air dan minyak/lemak harus mengandung asam lemak bebas lebih kecil dari 0,5%. Bila ada air, maka akan terjadi hidrolisis alkil ester yang terbentuk menjadi asam lemak bebas. Selain itu, karena trigliserida merupakan ester, maka reaksi trigliserida dengan air dapat membentuk asam lemak bebas.
9. Untuk menghilangkan sisa metanol dan katalis pada biodiesel yang dihasilkan
10. Untuk menghilangkan sisa air dari proses pencucian biodiesel

LEMBAR KERJA 2.1

1. Aktifitas pembelajaran 1 Parameter reaksi :

   1) Perbandingan molar molar alkohol dan minyak nabati pada reaksi transesterifikasi
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

   2) Temperatur dan waktu reaksi yang optimum untuk reaksi transesterifikasi
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

   3) Pengaruh kemurnian minyak nabati (bahan baku) pada efisiensi reaksi
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

   4) Mengapa alkohol yang digunakan harus bebas air dan bahan baku minyak harus mengandung sedikit asam lemak bebas.
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

LEMBAR KERJA 2.2

A. Judul percobaan : Esterifikasi

Bila bahan baku biodiesel memiliki angka asam > 3 mg KOH/g sampel, maka perlu dilakukan esterifikasi terlebih dahulu. Bahan baku biodiesel yang berasal dari jarak , nyamplung, CPO, minyak sawit jelantah dsb, mempunyai angka asam > 3 mg KOH/ g sampel, sebelum di lakukan tranesterifikasi maka terlebih dahulu harus dilakukan esterifikasi untuk menurunkan angka asam.

B. Alat

Labu leher tiga

Kondensor spiral

Termometer

Hot plate dan strirer

Corong pisah

C. Bahan

Minyak

Asam sulfat pekat teknis

Metanol teknis

D. Prosedur (sumber: Tirto Prakoso, 2013)

1. Perhitungan

Kebutuhan Metanol Esterifikasi

Mol asam lemak bebas = $\frac{\text{AV}\times\text{Vminyak}\times\rho\ \text{minyak}}{56100}$

Perbandingan mol asam lemak bebas dengan metanol adalah 20

Volume methanol (ml) = $\frac{\text{mol asam lemak bebas} \times \text{Mr metanol}}{\rho \text{ metanol}} \times 20$

Volume H_2SO_4 yang digunakan 2 % dari berat minyak

Volume H_2SO_4 (ml) = $2\% \times \text{V minyak} \times \rho \text{ minyak}$

2. Ukur volume minyak (V minyak)
3. Masukkan minyak ke dalam reaktor, pasang kondensor
4. Masukkan metanol dan panaskan sambil diaduk sampai suhu 65°C
5. Masukkan katalis asam sulfat pekat, hitung waktu awal reaksi
6. Pertahankan reaksi pada suhu 65°C selama 3 jam
7. Masukkan ke dalam corong pisah, diamkan sampai terbentuk 2 fasa. Fasa atas metanol dan fasa bawah biodiesel.
8. Pisahkan fasa biodiesel, lanjutkan dengan reaksi transesterifikasi.

E. Hasil Pengamatan

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

F. Kesimpulan

.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....

LEMBAR KERJA 2.3

A. Judul Praktikum: Transesterifikasi

Minyak kelapa sawit yang sudah diproses menjadi minyak goreng memiliki angka asam < 2 mg KOH/sampel. Sehingga bisa langsung mengalami reaksi transesterifikasi.

B. Alat

Labu leher tiga (reaktor)

Kondensor spiral

Termometer

Hot plate dan strirer

Corong pisah

C. Bahan

Minyak goreng dari kelapa sawit

KOH teknis

Metanol teknis

D. Prosedur (Sumber : Tirto Prakosos, 2013)

1. Perhitungan

Sebelum melakukan praktikum dilakukan anda harus menghitung kebutuhan metanol transesterifikasi dan berat KOH yang digunakan menggunakan perhitungan berikut :

Kebutuhan Metanol Transesterifikasi

Mr asam lemak = 56100/SV

nilai SV (angka Penyabunan) teoritis=

Mol asam lemak = (V minyak × ρ minyak)/(Mr asam lemak)

Perbandingan mol asam lemak dengan metanol adalah 1: 2

Volume metanol (ml) =

(mol asam lemak × Mr metanol)/(ρ metanol)×2

KOH yang digunakan 1 % dari berat minyak

Massa KOH (gram) = 1%×V minyak×ρ minyak

2. Ukur volume minyak (V minyak)
3. Masukkan minyak ke dalam reaktor biodiesel, pasang kondensor
4. Panaskan sambil diaduk sampai suhu 60°C
5. Masukkan katalis metoksida, hitung waktu awal reaksi
6. Pertahankan reaksi pada suhu 60°C selama 1 jam
7. Masukkan ke dalam corong pisah, diamkan sampai terbentuk 2 fasa. Fasa atas biodiesel dan fasa bawah gliserol, pisahkan fasa gliserol

E. Hasil Pengamatan

.....
.....
.....
.....
.....
.....

F. Kesimpulan

.....
.....
.....
.....
.....
.....

LEMBAR KERJA 2.4

A. Judul Praktikum : Pencucian Biodiesel

B. Alat

Corong Pisah

Gelas Kimia

Pengaduk kaca

pH meter

C. Bahan

Air hangat

D. Prosedur

Pencucian dilakukan menggunakan corong pisah dengan air hangat pada suhu 50°C sampai air pencucian berwarna jernih dan pHnya 7. Pengadukan dilakukan secara perlahan, air cuci dipisahkan setelah terbentuk dua fasa antara biodiesel dan fasa air.

E. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

F. Kesimpulan

.....

.....

.....

LEMBAR KERJA 2.5

A. Judul Praktikum : Pengeringan Biodiesel

B. Alat

1 set alat pengering yang terdiri dari

Labu leher tiga dasar rata

Termometer

Pipa penyambung

Kondenser liebig

Gelas erlenmeyer atau labu dasar bulat

Pompa vakum

D. Prosedur

1. Rangkailah terlebih dahulu set alat pengering seperti pada gambar 3.10
2. Masukan biodiesel pada reaktor pengering
3. Biodiesel (ester metil asam lemak) dipanaskan selama 60°C dan divakum selama 30 menit sampai berwarna jernih.

E. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

F. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 4 Pengujian Biodiesel

A. Tujuan

1. Peserta diklat memahami standar mutu biodiesel
2. Peserta diklat memahami prosedur pengujian sifat fisika dan kimia biodiesel

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menjelaskan standar mutu biodiesel
2. Peserta diklat dapat menentukan sifat fisika dan kimia biodiesel sesuai standar

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1. Standar Biodiesel

Standar biodiesel disusun untuk menjaga kualitas biodiesel yang dipembuatan dan diniagakan sehingga membangun kepercayaan dari konsumen. Selain itu, standar biodiesel menuntun para produsen biodiesel dan peneliti dalam penelitian dan pengembangan biodiesel. Beberapa syarat mutu yang penting dalam standar biodiesel adalah :

1) Kadar ester metil biodiesel, yakni tidak boleh lebih kecil dari 96,5%. Apabila syarat ini tidak terpenuhi, maka harus dilakukan proses pemisahan TAG, DAG, dan MAG dari ester, yang merupakan proses yang mahal dan sulit.

2) Kestabilan oksidasi, yakni untuk mengetahui sejauh mana biodiesel stabil terhadap serangan oksigen. Kestabilan oksidasi merupakan salah satu sifat yang paling penting. Produk-produk hasil oksidasi dapat mengganggu fungsi mesin/kendaraan dan bahkan dapat menciptakan kerusakan dalam mesin. Buruknya kestabilan oksidasi meningkatkan resiko pembentukan gum, endapan, dan senyawa tak terlarut lainnya.

3) Viskositas, adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk

mengalir pada jarak tertentu. Jika viskositas semakin tinggi, tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel.

4) Atomisasi bahan bakar sangat tergantung pada viskositas, tekanan injeksi, serta ukuran lubang injektor. Viskositas yang lebih tinggi akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar dengan momentum tinggi dan memiliki kecenderungan bertumbukan dengan dinding silinder yang relatif lebih dingin. Hal ini menyebabkan pemadaman flame dan peningkatan deposit, penetrasi semprot bahan bakar, dan emisi mesin. Sebaliknya bahan bakar dengan viskositas rendah akan mempembuatan spray yang terlalu halus dan tidak dapat masuk lebih jauh ke dalam silinder pembakaran sehingga terbentuk daerah *fuel rich zone* yang menyebabkan pembentukan jelaga. Viskositas juga menunjukkan sifat pelumasan atau lubrikasi dari bahan bakar. Viskositas yang relatif tinggi mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik.

5) Angka setana, menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri (auto ignition). Skala untuk angka setana biasanya menggunakan referensi berupa campuran antara normal setana ($C_{16}H_{34}$) dan alpha methyl naphthalene ($C_{10}H_7CH_3$) atau dengan heptamethylnonane ($C_{16}H_{34}$).

   Normal setana memiliki angka setana 100, alpha methyl naphthalenememiliki angka setana 0,dan *heptamethylnonane* memiliki angka setana 15. Angka setana suatu bahan bakar biasanya didefenisikan sebagai persentase volume dari normal setana dengan campurannya tersebut.

   Angka setana yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah. Sebaliknya angka setana yang rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi. Penggunaan bahan bakar mesin diesel yang mempunyai angka setana tinggi dapat mencegah terjadinya detonasi dan knocking karena begitu bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pembakaran, bahan bakar akan langsung terbakar dan tidak terakumulasi.

Titik kabut atau titik awan (cloud point) adalah temperatur suatu minyak keruh bagaikan berkabut, tidak lagi jernih pada saat di dinginkan. Jika temperatur diturunkan lebih lanjut akan di dapat titik tuang (pour point). Temperatur ini adalah titik temperatur terendah yang menunjukkan mulai terbentuknya kristal paraffin yang dapat menyumbat saluran bahan bakar.Titik ini dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan (angka iodium). Semakin tinggi ketidakjenuhan, titik tuang akan semakin rendah. Titik tuang juga dipengaruhi oleh panjang rantai karbon. Semakin panjang rantai karbon, semakin tinggi titik tuangnya.

SNI menetapkan titik kabut FAME maksimum sebesar 18°C sehingga relatif aman karena biosolar mensyaratkan titik tuang maksimum 18°C. dengan ketentuan ini, FAME ex minyak sawit (BMS: biodiesel minyak sawit atau POME: palm oil methyl ester) dapat digunakan dengan baik di sebagian besar daerah tropis karena memiliki titik kabut 12-14°C. FAME ex minyak jarak bisa digunakan di daerah sub tropis dan dataran tinggi di daerah tropis karena titik kabutnya dapat mencapai 3°C.

6) Titik nyala (flash point) adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. SNI menetapkan titik nyala biodiesel lebih tinggi sehingga lebih aman dibandingkan dengan petrodiesel atau biosolar.

   Titik nyala biodiesel berbasis CPO sebenarnya 185°C. angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai standar petrosolar (HSD Pertamina), minimum 66°C. SNI biodiesel menetapkan minimum 100°C untuk mengeliminasi kontaminasi metanol akibat proses konversi minyak nabati yang tak sempurna. Metanol memiliki titik nyala yang rendah yaitu 11°C.

7) Kadar air dan sedimen. Di Negara yang mempunyai musim dingin, kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk Kristal yang bisa menyumbat aliran bahan bakar. Keberadaan air juga bisa menyebabkan korosi dan memicu pertumbuhan mikroorganisme yang tentu dapat menyumbat aliran bahan bakar.

8) Kadar air yang nilainya di atas ketentuan akan menyebabkan reaksi yang terjadi pada konversi minyak nabati tidak sempurna (terjadi reaksi penyabunan). Bisa juga terjadi proses hidrolisis pada biodiesel sehingga akan meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH, dan meningkatkan sifat korosif. Pada temperatur rendah, air dapat mendorong terjadinya pemisahan pada biodiesel murni dan dalam proses blending. Sementara itu, sedimen pada biodiesel dapat menyumbat dan merusak mesin.

9) Angka iodium, menandakan jumlah ikatan rangkap di dalam asam lemak penyusun biodiesel. Rantai rangkap merupakan indikator asam lemak tidak jenuh. Semakin tinggi ketidakjenuhan, maka titik awan dan titik tuang akan semakin rendah. Namun ada dampak negatifnya yaitu kemungkinan terjadi pembentukan asam lemak bebas. Permasalahan ini relatif kecil pada FAME yang bahan bakunya berupa CPO, tetapi akan muncul jika bahan bakunya jarak pagar (CJCO).

   Ketika mesin diesel dioperasikan pada FAME yang memiliki angka iodium lebih besar dari 115, maka akan terbentuk deposit di lubang saluran injeksi, piston ring, dan kanal piston ring. Keadaan ini disebabkan lemak ikatan rangkap mengalami ketidakstabilan akibat temperatur panas sehingga terjadi reaksi polimerisasi dan terakumulasi dalam bentuk karbonisasi atau pembentukan deposit.

10) Densitas atau massa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Massa jenis terkait dengan viskositas. Jika biodiesel mempunyai massa jenis melebihi ketentuan, akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Biodiesel dengan mutu seperti ini seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin.

11) Kadar residu karbon. Kadar residu karbon menunjukkan tendensi pembentukan jelaga (cokes). Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas, jumlah gliserida, dan jumlah logam alkali sebagai katalis yang sudah terbentuk sabun. Kadar residu karbon harus kecil karena fraksi hidrokarbon ini akan menyebabkan penumpukan residu karbon karbon dalam ruang pembakaran.

Akibatnya, kinerja mesin akan berkurang. Pada temperatur tinggi, deposit karbon dapat membara sehingga akan menaikkan temperatur silinder pembakaran.

12) Angka asam. Angka asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Berarti, biodiesel bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel.

    Asam lemak dinilai sebagai penyebab salah satu masalah pada biodiesel. Karena itu SNI menetapkan uji halphen yang harus menunjukkan tanda negatif. Jika uji halphen bereaksi positif, biodiesel dinyatakan mengandung asam lemak siklopropenoid yang akan berpolimerisasiakibatnya, injektor mesin diesel akan tersumbat.

13) Angka fosfor. Angka fosfor yang lebih tinggi dari SNI akan terdapat dalam biodiesel jika proses pengolahan pendahuluan pada proses transesterifikasi tidak sempurna. Biodiesel dengan fosfor tinggi akan menimbulkan kerak di kamar pembakaran mesin diesel dan atau meningkatkan jumlah emisi partikulat dalam emisi gas buang.

14) Gliserol bebas, terikat dan total. Keberadaan gliserol (produk samping pembuatan biodiesel) dan gliserida (mono-, di-, dan tri-) dapat membahayakan mesin diesel, terutama akibat adanya gugus OH yang secara kimiawi agresif terhadap logam bukan besi dan campuran krom. Selain itu, akan terbentuk deposit di ruang pembakaran. Adanya senyawa gliserida dalam FAME disebabkan konversi minyak nabati yang kurang sempurna selama proses transesterifikasi atau reaksi balik antara gliserin dan metil ester.

Standar mutu biodiesel telah dikeluarkankan dalam bentuk SNI No.04-7182-2006 melalui Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional (BSN) Nomor 73/KEP/BSN/2/2006 tanggal 15 maret 2006. Standar mutu biodiesel tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Standar Biodiesel yang Berlaku di Indonesia

Parameter dan satuannya	Batas nilai	Metode Uji	Metode setara

Massa jenis pada 40°C, kg/m^3	850 – 890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskos. kinem. pd 40 °C, mm^2/s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Angka setana	min. 51	ASTM D 613	ISO 5165
Titik nyala (mangkok tertutup),°C	min. 100	ASTM D 93	ISO 2710
Titik kabut,°C	maks. 18	ASTM D 2500	-
Korosi bilah tembaga (3 jam, 50°C)	maks. no. 3	ASTM D 130	ISO 2160
Residu karbon (%-b), - dalam contoh asli - dalam 10 % ampas distilasi	maks. 0,05 (maks. 0,3)	ASTM D 4530	ISO 10370
Air dan sedimen, %-vol.	maks. 0,05	ASTM D 2709	-
Temperatur distilasi 90 %, °C	maks. 360	ASTM D 1160	-
Abu tersulfatkan, %-b	maks. 0,02	ASTM D 874	ISO 3987
Belerang, ppm-b (mg/kg)	maks. 100	ASTM D 5453	prEN ISO 20884
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	maks. 10	AOCS Ca 12-55	FBI-A05-03
Angka asam, mg-KOH/g	maks. 0,8	AOCS Cd 3-63	FBI-A01-03
Gliserol bebas, %-b	maks. 0,02	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Gliserol total, %-b	maks. 0,24	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Kadar ester alkil, %-b	min. 96,5	dihitung	FBI-A03-03
Angka iodium, %-b (g-I_2/100 g)	maks. 115	AOCS Cd 1-25	FBI-A04-03
Uji Halphen	Negatif	AOCS Cb 1-25	FBI-A06-03

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional)

Ada beberapa komponen yang sangat menarik dalam SNI-04-7182-2006 diantaranya biodiesel diisyaratkan mengandung belerang maksimum 100 ppm sehingga terkategori akrab lingkungan. Viskositas biodiesel ditetapkan relatif rendah yakni 2,3-6,0 mm^2/s, hal ini dapat dicapai apabila konversi minyak nabati secara kimia di pabrik biodiesel berlangsung sempurna. Seperti di ketahui viskositas minyak nabati tergolong tinggi hingga sangat tinggi (CPO sebesar 24,3, sedangkan viskositas minyak jarak sebesar 49,15).(Tirto Prakoso, 2013)

D. Aktifitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pembelajaran 1 Analisis angka asam
   a. Anda bersama kelompok anda diharuskan melakukan analisis angka asam sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja 4.1
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 4.1
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang Anda lakukan dan tuliskan pada LK 4.1
2. Aktivitas Pembelajaran 2 Analisis angka penyabunan dan kadar ester biodiesel ester alkil
   a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan analisis angka penyabunan dan kadar ester biodiesel ester alkil sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja 4.2.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 4.2
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang kelompok Anda lakukan dan tuliskan pada LK 4.2
3. Aktivitas Pembelajaran 3 Analisis kadar gliserol total, bebas dan terikat
   a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan analisis kadar gliserol total, bebas dan terikat dengan menggunakan metoda iodometri sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja (LK) 4.3 biodiesel diperoleh dari praktikum transesterifikasi pada aktifitas pembelajaran 2.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 4.3
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang kelompok anda lakukan dan tuliskan pada LK 4.3
4. Aktivitas Pembelajaran 4 Analisis standar angka Iodium
   a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan analisis standar angka Iodium dengan metoda Wijs sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja (LK) 4.4
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 4.4
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang Anda lakukan dan tuliskan pada LK 4.4
5. Aktivitas Pembelajaran 5 Uji viskositas biodiesel

a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan uji viskositas biodiesel sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja (LK) 4.5.
b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 4.5
c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang anda lakukan dan tuliskan pada LK 4.5

6. Aktivitas Pembelajaran 6 Uji densitas biodiesel
   a. Anda bersama kelompok Anda diharuskan melakukan uji densitas biodiesel sesuai petunjuk praktikum yang tertera pada lembar kerja (LK) 4.6.
   b. Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi dan tuliskan di LK 4.6
   c. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang Anda lakukan dan tuliskan pada LK 4.6
7. Aktivitas Pembelajaran 7

   Anda dan kelompok anda mempresentasikan hasil praktikum dan peserta diklat dari kelompok lain diberi kesempatan untuk memberikan komentar atau menanggapinya dengan bahasa yang baik dan santun.

E. Rangkuman

1. Standar biodiesel disusun untuk menjaga kualitas biodiesel yang dipembuatan dan diniagakan sehingga membangun kepercayaan dari konsumen.
2. Beberapa syarat mutu yang penting dalam standar biodiesel adalah :
   - Kadar ester alkil biodiesel
   - Kestabilan oksidasi
   - Viskositas
   - Angka setana
   - Titik kabut atau titik awan (*cloud point*)
   - Titik nyala (flash point)
   - Kadar air dan sedimen
   - Angka iodium
   - Densitas atau massa jenis
   - Angka kadar residu karbon
   - Angka asam
   - Angka fosfor

- Gliserol bebas, terikat dan total

F. Tes Formatif

1. Mengapa standar biodiesel diperlukan keberadaannya?
2. Jelaskan yang dimaksud standar mutu viskositas, titik nyala, angka asam dalam standar biodiesel!
3. Jelaskan hubungan angka setana dengan detonasi dan knocking pada mesin diesel?
4. Jelaskan mengapa kadar air dalam biodiesel tidak boleh melebihi ketentuan standar biodiesel ?
5. Mengapa keberadaan gliserol bebas, terikat dan total dapat membahayakan mesin diesel?
6. Sebutkan alat keselamatan kerja di laboratorium yang diperlukan ketika pengujian sifat-sifat biodiesel ?
7. Jelaskan fungsi dari lemari asam ?

G. Kunci Jawaban

1. Standar biodiesel disusun untuk menjaga kualitas biodiesel yang dipembuatan dan diniagakan sehingga membangun kepercayaan dari konsumen.
2. -Viskositas, adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Jika viskositas semakin tinggi, tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel.

   -Titik nyala (flash point) adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. SNI menetapkan titik nyala biodiesel lebih tinggi sehingga lebih aman dibandingkan dengan petrodiesel atau biosolar.

   -Angka asam. Angka asam yang tinggi merupakan indikator biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Berarti, biodiesel bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak di injektor mesin diesel.
3. Angka setana yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah. Sebaliknya angka setana yang rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi. Penggunaan bahan bakar mesin diesel yang mempunyai angka setana tinggi dapat mencegah terjadinya detonasi dan knocking karena begitu bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pembakaran, bahan bakar akan langsung terbakar dan tidak terakumulasi.
4. Kadar air yang nilainya di atas ketentuan akan menyebabkan reaksi yang terjadi pada konversi minyak nabati tidak sempurna (terjadi reaksi penyabunan). Bisa juga terjadi proses hidrolisis pada biodiesel sehingga akan meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH, dan meningkatkan sifat korosif. Pada temperatur rendah, air dapat mendorong terjadinya pemisahan pada biodiesel murni dan dalam proses blending.
5. Keberadaan gliserol (produk samping pembuatan biodiesel) dan gliserida (mono-, di-, dan tri-), terutama akibat adanya gugus OH yang secara kimiawi agresif terhadap logam bukan besi dan campuran krom. Selain itu, akan terbentuk deposit di ruang pembakaran

6. Kacamata, sarung tangan, masker, baju laboratorium, sepatu.
7. Untuk melindungi terpaan zat kimia asam yang menguap maka diperlukan ruangan asam.

LEMBAR KERJA 4.1

A. Judul Praktikum

Metode Analisis Standar Untuk Analisis Angka Asam

B. Pengantar

Angka asam adalah banyak miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam bebas di dalam satu (1) gram contoh biodiesel

C. Ruang Lingkup

Dapat diterapkan untuk biodiesel yang berupa ester alkil (metil, etil, isopropil, dst.) dari asam-asam lemak serta berwarna pucat. Sekalipun terutama terdiri dari asam-asam lemak bebas, sisa-sisa asam mineral, jika ada, juga akan tercakup di dalam angka asam yang ditentukan dengan prosedur ini

D. Acuan Normatif Prosedur

Standar ini disusun berdasarkan acuan *AOCS Official Method* Cd 3d-63 (Tirto Prakoso, 2013)

E. Prinsip

Asam lemak bebas dan asam mineral bereaksi dengan KOH membentuk sabun dan garam.

F. Alat

Neraca analitik dengan ketelitian 0,01 mg
Buret 25 mL
Erlenmeyer 250 mL
Gelas kimia 100 mL
Gelas ukur 100 mL
Pipet tetes

G. Bahan

Kloroforom Pa

Etanol teknis 95%

KOH Pa

Fenolftalein

H. Larutan-larutan

1. Larutan 0,1 N kalium hidroksida di dalam etanol 95 %-v
   - Refluks campuran 1,2 liter etanol 95 %-v dengan 10 gram KOH dan 6 gram pelet aluminium (atau *aluminum foil*) selama 1 jam dan kemudian langsung destilasikan
   - Buang 50 mL distilat awal dan selanjutnya tampung 1 liter alkohol distilat berikutnya dalam wadah bersih bertutup gelas.
   - Larutkan 7 gram KOH mutu reagen atau pro analisis ke dalam 1 liter alkohol distilat tersebut. Biarkan selama 5 hari untuk mengendapkan pengotor-pengotor dan kemudian dekantasikan larutan jernihnya ke dalam botol gelas coklat bertutup karet.
   - Normalitas larutan ini harus diperiksa/distandarkan setiap akan digunakan
2. Standarisasi larutan KOH

   Cara 1 :
   - Timbang seksama kira-kira 100 mg kalium hidrogen ftalat kering ($KHC_8H_4O_4$)
   - larutkan dalam sebuah gelas kimia ke dalam 100 ml akuades
   - Tambahkan 0,5 mL larutan indikator fenolftalein
   - Isi buret dengan larutan KOH dalam alkohol yang akan distandarkan
   - Atur posisi gelas kimia pada pelat pengaduk sehingga ujung buret cukup dekat dengan permukaan cairan, untuk menjamin semua percikan jatuh ke dalam cairan dalam gelas kimia tersebut
   - Sambil terus diaduk, titrasi isi gelas kimia dengan larutan KOH beralkohol sampai ke titik akhir berjangkitnya warna merah jambu

- Catat volume larutan KOH dalam alkohol yang dibutuhkan (VKOH, mL)
- Hitung normalitasnya (N) dengan persamaan

$$N = \frac{W_{KHF}}{(V_{KOH}.204{,}21)}$$

dimana:

WKHF adalah berat kalium hidrogen ftalat (mg)

VKOH adalah volume larutan KOH yang distandarkan (mL)

204,21 adalah berat molekul kalium hidrogen ftalat (g/mol)

Cara 2:

- Pipet 5 mL larutan HCl 0,1 ± 0,0005 N ke dalam sebuah gelas kimia yang berisi 100 ml akuades
- Tambahkan 0,5 mL larutan indikator fenolftalein
- Isi buret dengan larutan KOH dalam alkohol yang akan distandarkan
- Atur posisi gelas kimia pada pelat pengaduk sehingga ujung buret cukup dekat dengan permukaan cairan, untuk menjamin semua percikan jatuh ke dalam cairan dalam gelas kimia tersebut
- Sambil terus diaduk, titrasi isi gelas kimia dengan larutan KOH beralkohol sampai ke titik akhir berjangkitnya warna merah jambu
- Catat volume larutan KOH dalam alkohol yang dibutuhkan (VKOH mL)
- Hitung normalitasnya (N) dengan persamaan

$$N = \frac{5.N_{HCl}}{V_{KOH}}$$

- Larutan indikator fenolftalein. 10 gram fenolftalein dilarutkan ke dalam 1 liter etanol 95 %-v.

I. Prosedur Analisa

- Timbang 19 – 21 ± 0,05 gram contoh biodiesel ester alkil ke dalam sebuah labu erlenmeyer 250 mL

- Tambahkan 100 mL campuran pelarut yang telah dinetralkan ke dalam labu Erlenmeyer tersebut
- Dalam keadaan teraduk kuat, titrasi larutan isi labu Erlenmeyer dengan larutan KOH dalam alkohol sampai kembali berwarna merah jambu dengan intensitas yang sama seperti pada campuran pelarut yang telah dinetralkan di atas. Warna merah jambu ini harus bertahan paling sedikitnya 15 detik.
- Catat volume titran yang dibutuhkan (V mL).

J. Perhitungan

1. Angka asam dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Angka asam } (A_a) = \frac{56{,}1.V.N}{m} \text{ mg KOH/g biodiesel}$$

dimana:

V adalah volume larutan KOH dalam alkohol yang dibutuhkan pada titrasi (mL)

N adalah normalitas eksak larutan KOH dalam alkohol.

M adalah berat contoh biodiesel ester alkil (g)

Catatan :

Campuran pelarut yang sudah dinetralkan adalah campuran pelarut (50 mL etanol dan 50 mL kloroforom) ditambahkan 6 tetes fenolftalein kemudian ditambahkan KOH-etanol sampai warna campuran merah jambu.

K. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

L. Kesimpulan

.....
.....
.....
.....
.....
.....

LEMBAR KERJA 4.2

A. Judul Praktikum

Metode Analisis Standar untuk Angka Penyabunan dan Kadar Ester Biodiesel Ester Alkil

B. Pengantar

Dokumen Metode Analisis Standar ini menguraikan prosedur untuk menentukan angka penyabunan biodiesel ester alkil dengan proses titrimetri. Angka asam adalah banyak miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu (1) gram contoh biodiesel. Melalui kombinasi dengan hasil-hasil analisis angka asam (FBI-A01-03) dan gliserol total (FBI-A02-03), angka penyabunan yang diperoleh dengan metode standar ini dapat dipergunakan untuk menentukan kadar ester di dalam biodiesel ester alkil.

C. Ruang Lingkup

Dapat diterapkan untuk biodiesel yang berupa ester alkil (metil, etil, isopropil, dst.) dari asam-asam lemak serta berwarna pucat.

D. Acuan Normatif Prosedur

Standar ini disusun berdasarkan acuan *AOCS Official Method* Ca 14- (Tirto Prakoso (2013)

E. Prinsip

Asam lemak bebas ataupun terikat bereaksi dengan KOH membentuk sabun

F. Alat

- Labu erlenmeyer berasah 250 mL
- Kondensor spiral
- Hot plate dan stirrer
- Buret 25 atau 50 mL
- Gelas kimia 100 mL
- Pipet volume 50 mL

G. Bahan

- HCl pekat 37% Pa
- Etanol teknis 95%
- KOH Pa
- Fenolftalein

H. Larutan-larutan

- Asam khlorida (HCl) 0,5 N yang sudah terstandarkan (normalitas eksaknya diketahui).
- Larutan kalium hidroksida (lihat Catatan peringatan) di dalam etanol 95 %-v. Refluks campuran 1,2 liter etanol 95 %-v (lihat Catatan peringatan) dengan 10 gram KOH dan 6 gram pelet aluminium (atau aluminium foil) selama 1 jam dan kemudian langsung distilasikan; buang 50 ml distilat awal dan selanjutnya tampung 1 liter alkohol distilat berikutnya dalam wadah bersih bertutup gelas. Larutkan 40 gram KOH berkarbonat rendah ke dalam 1 liter alkohol distilat tersebut sambil didinginkan (sebaiknya di bawah 15 oC); biarkan selama 5 hari untuk mengendapkan pengotor-pengotor dan kemudian dekantasikan larutan jernihnya ke dalam botol gelas coklat bertutup karet.
- Larutan indikator fenolftalein. 10 gram fenolftalein dilarutkan ke dalam 1 liter etanol 95 %-v.

I. Prosedur analisis

- Timbang 4 – 5 ± 0,005 gram contoh biodiesel ester alkil ke dalam sebuah labu erlenmeyer 250 mL. Tambahkan 50 mL larutan KOH alkoholik dengan pipet yang dibiarkan terkosongkan secara alami.
- Siapkan dan lakukan analisis blanko secara serempak dengan analisis contoh biodiesel. Langkah-langkah analisisnya persis sama dengan yang tertulis untuk di dalam “prosedur analisis” ini, tetapi tidak mengikut-sertakan contoh biodiesel.
- Sambungkan labu erlenmeyer dengan kondensor berpendingin udara dan didihkan pelahan tetapi mantap, sampai contoh tersabunkan sempurna. Ini biasanya membutuhkan waktu 1 jam. Larutan yang diperoleh pada akhir penyabunan harus jernih dan homogen; jika tidak, perpanjang waktu penyabunannya.
- Setelah labu dan kondensor cukup dingin (tetapi belum terlalu dingin hingga membentuk jeli), bilas dinding-dalam kondensor dengan sejumlah kecil aquades. Lepaskan kondensor dari labu, tambahkan 1 mL larutan indikator fenolftalein ke dalam labu, dan titrasi isi labu dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu persis sirna. Catat volume asam khlorida 0,5 N yang dihabiskan dalam titrasi.

J. Perhitungan

Angka penyabunan (A_s) = $\frac{56,1(B - C)N}{m}$ mg KOH/g biodiesel

dimana :

B = volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi blanko (mL)

C = volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi contoh (mL)

N = normalitas eksak larutan HCl 0,5 N.

m = berat contoh biodiesel ester alkil (g)

Kadar ester biodiesel ester alkil selanjutnya dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar ester (\%-b)} = \frac{100(A_s - A_a - 4,57G_{ttl})}{A_s}$$

dimana :

As = angka penyabunan yang diperoleh di atas (mg KOH/g biodiesel)

Aa = angka asam (prosedur FBI-A01-03) (mg KOH/g biodiesel)

Gttl = kadar gliserin total dalam biodiesel (prosedur FBI-A02-03) (%-b)

K. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

L. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

LEMBAR KERJA 4.3

A. Judul Praktikum

Metode Analisis Standar Kadar Gliserol Total, Bebas dan Terikat dengan menggunakan metoda Iodometri

B. Pengantar

Gliserol bebas adalah gliserol yang terdapat dalam sampel biodiesel. Gliserol total adalah gliserol bebas dan terikat yang ada dalam sampel biodiesel. Gliserol terikat adalah gliserol dalam bentuk mono, di, trigliserida yang ada dalam sampel biodiesel. Gliserol bebas ditentukan langsung pada contoh yang dianalisis, gliserol total setelah contoh-nya disaponifikasi, dan gliserol terikat dari selisih antara gliserol total dengan gliserol bebas.

C. Ruang Lingkup

Metoda ini digunakan untuk menentukan kadar gliserol total, bebas dan terikat di dalam ester alkil dengan batas tertinggi 0,24 %-berat untuk gliserol total dan 0,02 %-berat untuk gliserol bebas.

D. Acuan Normatif

Standar ini disusun berdasarkan acuan *AOCS Official Method* ca 14-56 (Tirto Prakoso, 2013)

E. Prinsip

Asam periodat berlebih bereaksi dengan gliserol membentuk senyawa asam format, formaldehid, ion IO_3^- dan sisa IO_4^-. Kemudian ion IO_3^- dan IO_4^- sisa bereaksi dengan KI membentuk senyawa I_2 yang berwarna coklat. I_2 yang terbentuk kemudian dititrasi dengan natrium tiosulfat membentuk senyawa I^-. Saat senyawa I_2 habis bereaksi dengan natrium tiosulfat, terjadi perubahan warna indikator pati dari biru menjadi tak berwarna. Jumlah IO_4^- awal diketahui dengan menitrasi blangko. Perbedaan jumlah antara jumlah titran untuk blangko dan titran ekivalen dengan jumlah gliserol dalam sampel.

F. Alat

- Labu erlenmeyer berasah 250 mL
- Kondensor spiral
- Hot plate dan stirrer

- Buret 25 atau 50 mL
- Gelas kimia 100 mL
- Gelas ukur 100 mL
- Pipet ukur 1, 5, 10, 25, dan 50 mL
- Pipet volume 100 mL
- Labu ukur 1000 mL

G. Bahan

- Kloroform Pa
- Etanol teknis 95%
- KOH Pa
- Asam asetat glasial
- Natrium tio sulfat
- Pati
- Kalium iodida (KI)
- Asam periodat

H. Larutan-larutan

1. Larutan Periodat
   - Larutkan 5,4g asam periodat (HIO4.2H2O) kedalam 100 mL air akuades dan kemudian tambahkan 1900 ml asam asetat glasial.
   - Campurkan baik-baik. Simpan larutan di dalam botol bertutup gelas yang berwarna gelap atau, jika botol berwarna terang, taruh di tempat gelap
2. Larutan baku kalium dikromat
   - Timbang 4,9035 larutan kalium dikromat kering dan tergerus
   - Larutkan ke dalam akuades di dalam labu takar 1 L, kemudian encerkan sampai garis batas sampai garis batas-takar pada 25ºC.
3. Larutan indikator pati
   - Buat pasta homogen 10 gram pati larut di dalam akuades dingin
   - Tambahkan pasta ini ke 1 liter akudes yang sedang mendidih kuat, aduk cepat-cepat selama beberapa detik dan kemudian dinginkan.
   - Asam salisilat (1,25 g/l) boleh dibubuhkan untuk mengawetkan patinya

- Uji kepekaan larutan pati
  - Buat larutan khlor dengan cara mengencerkan 1 mL larutan natrium hipokhlorit [NaOCl] 5 %-b, yang tersedia di perdagangan, menjadi 1000 mL.
  - Masukkan 5 mL larutan pati ke dalam 100 ml akuades
  - Tambahkan 0,05 mL larutan 0,1 N KI yang masih segar (baru dibuat) dan satu tetes larutan khlor
  - Larutan harus menjadi berwarna biru pekat dan bisa dilunturkan dengan penambahan 0,05 mL larutan natrium tiosulfat 0,1 N.

4. Larutan natrium tiosulfat 0,01 N
   - Larutkan 2,48 gram $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ke dalam akuades dan kemudian diencerkan sampai 1 liter
   - Standarisasi larutan natrium tiosulfat
     - Pipet 5 mL larutan kalium dikhromat standar (lihat no. 3) ke dalam labu erlenmeyer 500 ml.
     - Tambahkan 1 mL HCl pekat, 2 mL larutan KI (lihat no. 6 di bawah) dan aduk baik-baik dan tutup labu tersebut
     - Simpan di tempat yang gelap selama 5 menit dan selanjutnya tambahkan 100 mL akuades.
     - Titrasi dengan larutan natrium tiosulfat sambil terus diaduk, sampai warna kuning hampir hilang
     - Tambahkan 1 – 2 mL larutan pati dan teruskan titrasi pelahan-lahan sampai warna biru persis sirna.
     - Hitung normalitas larutan natrium tiosulfat dengan persamaan berikut

$$\text{Normalitas lar.}\ Na_2S_2O_3 = \frac{V_{K_2Cr_2O_7} \times N_{K_2Cr_2O_7}}{V_{Na_2S_2O_3}}$$

dengan pengertian :

$V_{K_2Cr_2O_7}$ adalah volume kalium dikromat (mL)

$N_{K_2Cr_2O_7}$ adalah normalitas kalium dikromat

$V_{Na_2S_2O_3}$ adalah volume natrium tiosulfat yang digunakan untuk menitrasi

5. Larutan kalium iodida (KI)
   - Timbang 150 g Kalium iodida
   - Larutkan ke dalam aquades, disusul dengan pengenceran hingga bervolume 1 L
6. Larutan KOH alkoholik
   - melarutkan 40 gram KOH dalam 1 liter etanol 95 %-v
   - jika larutan agak keruh, saring larutan sebelum digunakan

I. Prosedur Analisis

1. Gliserol Total
   - Timbang 9,9 – 10,1 ± 0,01 gram contoh biodiesel ester alkil ke dalam sebuah labu erlenmeyer.
   - Tambahkan 100 mL larutan KOH alkoholik, sambungkan labu dengan kondensor berpendingin udara dan didihkan isi labu dengan perlahan selama 30 menit untuk mensaponifikasi ester-ester.
   - Tambahkan 91 ± 0,2 mL khloroform dari sebuah buret ke dalam labu takar 1 liter. Kemudian tambahkan 25 mL asam asetat glasial dengan menggunakan gelas ukur.
   - Singkirkan labu saponifikasi dari hot plate, bilas dinding dalam kondensor dengan sedikit aquades. Lepaskan kondensor dan pindahkan isi labu saponifikasi secara kuantitatif ke dalam labu takar pada langkah (c) dengan menggunakan 500 mL aquades sebagai pembilas.
   - Tutup rapat labu takar dan kocok isinya kuat-kuat selama 30 – 60 detik.
   - Tambahkan aquades sampai ke garis batas takar, tutup lagi labu rapat-rapat dan campurkan baik-baik isinya dengan membolak-balikkan dan, sesudah dipandang tercampur intim, biarkan tenang sampai lapisan khloroform dan lapisan akuatik memisah sempurna.

- Pipet masing-masing 6 mL larutan asam periodat ke dalam 2 atau 3 labu erlenmeyer 500 ml dan siapkan dua blanko dengan mengisi masing-masing 50 ml aquades ditambah 6 mL larutan asam periodat.
- Pipet 100 mL lapisan akuatik yang diperoleh dalam langkah (f) ke dalam labu erlenmeyer berisi larutan asam periodat dan kemudian kocok gelas kimia ini perlahan supaya isinya tercampur baik. Sesudahnya, tutup gelas kimia dengan kaca arloji/masir dan biarkan selama 30 menit. Jika lapisan akuatik termaksud mengandung bahan tersuspensi, saring dahulu sebelum pemipetan dilakukan. Jangan tempatkan campuran ini di bawah cahaya terang atau terpaan langsung sinar matahari.
- Tambahkan 3 mL larutan KI, campurkan dengan pengocokan perlahan dan kemudian biarkan selama sekitar 1 menit (tetapi tak boleh lebih dari 5 menit) sebelum dititrasi. Jangan tempatkan labu erlenmeyer yang isinya akan dititrasi ini di bawah cahaya terang atau terpaan langsung sinar matahari.
- Titrasi isi gelas kimia dengan larutan natrium tiosulfat yang sudah distandarkan (diketahui normalitasnya). Teruskan titrasi sampai warna coklat iodium hampir hilang. Setelah ini tercapai, tambahkan 2 mL larutan indikator pati dan teruskan titrasi sampai warna biru kompleks iodium – pati persis sirna.
- Baca buret titran sampai ke ketelitian 0,01 ml dengan bantuan pembesar meniscus
- Ulangi langkah (h) s/d (k) untuk mendapatkan data duplo dan (jika mungkin) triplo.
- Lakukan analisis blanko dengan menerapkan langkah (i) s/d (k) pada dua gelas kimia berisi larutan blanko tersebut pada langkah (g)

  Catatan: Pada temperatur kamar, tenggang waktu antara penyiapan contoh-contoh (langkah h) dan penitrasiannya (langkah j) tidak boleh lebih dari 1,5 jam.

2. Gliserol Bebas
   - Timbang 9,9 – 10,1 ± 0,01 gram contoh biodiesel ester alkil dalam sebuah botol timbang.
   - Bilas contoh ini ke dalam labu takar 1 liter dengan menggunakan 91 $\pm$ 0,2 mL khloroform yang diukur dengan buret.

- Tambahkan kira-kira 500 ml aquades, tutup rapat labu dan kemudian kocok kuat-kuat selama 30 – 60 detik.
- Tambahkan akuades sampai ke garis batas takar, tutup lagi labu rapat-rapat dan campurkan baik-baik isinya dengan membolak-balikkan dan, sesudah dipandang tercampur intim, biarkan tenang sampai lapisan khloroform dan lapisan akuatik memisah sempurna.
- Pipet masing-masing 2 mL larutan asam periodat ke dalam 2 atau 3 labu erlenmeyer 500 ml dan siapkan dua blanko dengan mengisi masing-masing dengan 100 ml aquades ditambah 2 mL larutan asam periodat.
- Pipet 300 mL lapisan akuatik yang diperoleh dalam langkah (d) ke dalam gelas kimia berisi larutan asam periodat dan kemudian kocok gelas kimia ini pelahan supaya isinya tercampur baik. Sesudahnya, tutup gelas kimia dengan kaca arloji/masir dan biarkan selama 30 menit. Jika lapisan akuatik termaksud mengandung bahan tersuspensi, saring dahulu sebelum pemipetan dilakukan. Jangan tempatkan campuran ini di bawah cahaya terang atau terpaan langsung sinar matahari
- Tambahkan 2 mL larutan KI, campurkan dengan pengocokan pelahan dan kemudian biarkan selama sekitar 1 menit (tetapi tak boleh lebih dari 5 menit) sebelum dititrasi. Jangan tempatkan gelas kimia yang isinya akan dititrasi ini di bawah cahaya terang atau terpaan langsung sinar matahari.
- Titrasi isi gelas kimia dengan larutan natrium tiosulfat yang sudah distandarkan (diketahui normalitasnya). Teruskan titrasi sampai warna coklat iodium hampir hilang. Setelah ini tercapai, tambahkan 2 mL larutan indikator pati dan teruskan titrasi sampai warna biru kompleks iodium – pati persis sirna.
- Baca buret titran sampai ke ketelitian 0,01 ml dengan bantuan pembesar meniskus.
- Ulangi langkah (f) s/d (i) untuk mendapatkan data duplo dan (jika mungkin) triplo.
- Lakukan analisis blanko dengan menerapkan langkah (g) s/d (i) pada dua gelas kimia berisi larutan blanko tersebut pada (e).

Catatan : Pada temperatur kamar, tenggang waktu antara penyiapan contoh-contoh (langkah f) dan penitrasiannya (langkah h)tidak boleh lebih dari 1,5 jam.

J. Perhitungan

Kadar Gliserol Total

Hitung kadar gliserol total (G_{ttl}, %-b) dengan rumus :

$$G_{ttl}\ (\%\text{-b}) = \frac{2.302(B - C)N}{W}$$

dimana :

C = volume larutan natrium tiosulfat yang habis dalam titrasi contoh (mL)

B = volume larutan natrium tiosulfat yang habis dalam titrasi blangko (mL)

N = normalitas eksak larutan natrium tiosulfat.

$$W = \frac{\text{berat sampel}^{a} \times \text{mL sampel}^{b}}{900}$$

[a]Dari prosedur untuk total gliserol, a)

[B]dari Prosedur Untuk Total Gliserol, H)

Kadar Gliserol Bebas

Kadar gliserol bebas (Gbbs, %-b) dihitung dengan rumus yang serupa dengan di atas, tetapi menggunakan nilai-nilai yang diperoleh pada pelaksanaan prosedur analisis kadar gliserol bebas.

Kadar Gliserol Terikat

Kadar gliserol terikat (Gikt, %-b) adalah selisih antara kadar gliserol total dengan kadar gliserol bebas : Gikt = Gttl - Gbbs

K. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

L. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

LEMBAR KERJA 4.4

A. Judul Praktikum

Metode Analisis Standar Angka Iodium dengan Metoda Wijs

B. Pengantar

Angka iodium adalah ukuran empirik banyaknya ikatan rangkap (dua) di dalam (asam-asam lemak penyusun) biodiesel dan dinyatakan dalam sentigram iodium yang diabsorpsi per gram contoh biodiesel (%-b iodium terabsorpsi). Satu mol iodium terabsorpsi setara dengan satu mol ikatan rangkap (dua).

C. Ruang Lingkup

Dapat diterapkan untuk biodiesel yang berupa ester alkil (metil, etil, isopropil, dsj.) dari asam-asam lemak.

D. Acuan Normatif Prosedur

Standar ini disusun berdasarkan acuan *AOCS Official Method* Cd 1-25 (Tirto Prakoso, 2013)

E. Prinsip

Iodin bereaksi dengan ikatan ganda. Jumlah iodin yang bereaksi dihitung dari selisih titran untuk blangko dan sampel.

F. Alat

- Labu erlenmeyer bertutup gelas 500 ml.
- Pipet volume 25 mL
- Pipet ukur 1 dan 20 mL
- Gelas ukur 100 mL
- Gelas kimia 100 mL
- Neraca analitik berketelitian $\pm$ 0,0001 gram.

G. Bahan-bahan

- Larutan wijs
- Kloroform
- Kalium iodida
- Pati
- Natrium tio sulfat

H. Larutan- larutan

1. Larutan natrium tiosulfat 0,1 N
   - Larutkan 24,8 gram $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ke dalam akuades dan kemudian diencerkan sampai 1 liter
   - Standarisasi larutan natrium tiosulfat
     - Pipet 25 mL larutan kalium dikhromat standar ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL.
     - Tambahkan 5 mL HCl pekat,10 mL larutan KI dan aduk baik-baik dan tutup labu tersebut
     - Simpan di tempat yang gelap selama 5 menit dan selanjutnya tambahkan 100 ml aquades.
     - Titrasi dengan larutan natrium tiosulfat sambil terus diaduk, sampai warna kuning hampir hilang
     - Tambahkan 1 – 2 mL larutan pati dan teruskan titrasi pelahan-lahan sampai warna biru persis sirna.
     - Hitung normalitas larutan natrium tiosulfat dengan persamaan berikut

$$\text{Normalitas lar.}\ Na_2S_2O_3 = \frac{V_{K_2Cr_2O_7} \times N_{K_2Cr_2O_7}}{V_{Na_2S_2O_3}}$$

Dimana,

$V_{K_2Cr_2O_7}$ adalah volume kalium dikromat (mL)

$N_{K_2Cr_2O_7}$ adalah normalitas kalium dikromat

$V_{Na_2S_2O_3}$ adalah volume natrium tiosulfat yang digunakan untuk menitrasi

I. Prosedur Analisis

1. Timbang 0,13 – 0,15 ± 0,001 gram contoh biodiesel ester alkil ke dalam labu iodium.
2. Tambahkan 15 mL larutan karbon tetrakhlorida (atau 20 ml camp. 50 %-v sikloheksan – 50 %-v asam asetat) dan kocok-putar labu untuk menjamin contoh larut sempurna ke dalam pelarut
3. Tambahkan 25 mL reagen Wijs dengan pipet seukuran dan tutup labu. Kocok-putar labu agar isinya tercampur sempurna dan kemudian segera simpan di tempat gelap bertemperatur 25 $\pm$ 5ºC selama 1 jam.

4. Sesudah perioda penyimpanan usai, ambil kembali labu, dan tambahkan 20 mL larutan KI serta kemudian 150 ml akuades.
5. Sambil selalu diaduk baik-baik, titrasi isi labu dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang sudah distandarkan (diketahui normalitas eksaknya) sampai warna coklat iodium hampir hilang. Setelah ini tercapai, tambahkan 2 mL larutan indikator pati dan teruskan titrasi sampai warna biru kompleks iodium-pati persis sirna. Catat volume titran yang dihabiskan untuk titrasi.
6. Bersamaan dengan analisis di atas, lakukan analisis blanko (tanpa contoh biodiesel, jadi hanya langkah 2 s/d 5)

J. Perhitungan

$$\text{Angka iodium, } A_I \text{ (\%-b)} = \frac{12{,}69(B - C)N}{W}$$

Dimana:

C adalah volume larutan natrium tiosulfat yang habis dalam titrasi contoh (mL).

B adalah volume larutan natrium tiosulfat yang habis dalam titrasi blangko (mL).

N adalah normalitas eksak larutan natrium tiosulfat

W adalah berat eksak contoh biodiesel yang ditimbang

K. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

L. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

LEMBAR KERJA 4.5

A. Judul Praktikum

Uji Viskositas Biodiesel

B. Pengantar

Viskositas dapat difinisikan sebagai tahanan yang dimiliki suatu fluida bila dialirkan di dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, yang pada umumnya dinyatakan dalam satuan waktu yang dibutuhkan untuk mengalir sejauh jarak tertentu

C. Ruang Lingkup

Mengukur kekentalan biodiesel atau solar pada suhu 40°C

D. Acuan Normatif Prosedur

Standar ini disusun berdasarkan acuan ASTM D 445 (Tirto Prakoso, 2013)

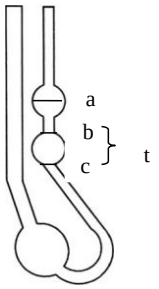
E. Alat

- Viskometer cannon fenske (K= 0,01728)
- Filer

F. Prosedur Analisis

1. 13 mL sampel biodiesel, dimasukkan ke dalam pipa kapiler
2. Masukkan ke dalam water bath pada suhu 40°C
3. Sampel biodiesel dihisap menggunakan filer sampai batas (a)
4. Biarkan sampel turun sampai batas (b), kemudian catat waktu dari batas(b) sampai batas (c)

Gambar 4. 1 Viskometer Cannon Fenske



Perhitungan

V= k . t

Dimana:

V = viskositas (Cst)

k = konstanta pipa kapiler

t = waktu (s)

G. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

H. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LEMBAR KERJA 4.6

A. Judul Praktikum

Uji Densitas Biodiesel (ASTM D 1298) (Tirto Prakoso, 2013)

B. Pengantar

Densitas dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat (Kg) per satuan volume (m^3) dahan bakar.

C. Ruang Lingkup

Mengukur massa jenis biodiesel atau solar

D. Prosedur Analisis

1. Timbang pikno kosong dalam keadaan kering, catat beratnya (a)
2. Panaskan biodiesel sampai suhu 40°C
3. Masukkan biodiesel ke dalam pikno sampai semua terisi penuh tidak ada ruang kosong pada pikno, kemudian ditimbang (b)

Gambar 4. 2 Piknometer

E. Perhitungan

$$\rho = \frac{b - a}{v}$$

Dimana:

a = berat pikno kosong (g)

b = berat pikno kosong + biodiesel (g)

v = volume pikno (mL)

F. Hasil Pengamatan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

G. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PERALATAN PENGOLAHAN BIODIESEL

A. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat dapat menjelaskan tentang peralatan pengolah biodiesel.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat mampu :

1. Menganalisis peralatan proses pembuatan biodiesel skala mikro dan kecil.
2. Menganalisis peralatan uji bahan dan hasil biodiesel

C. Uraian Materi

Bahan bacaan 1.

Biodiesel dapat dibuat dari dari minyak nabati, lemak hewan, maupun minyak goreng bekas. Namun pembuatan biodiesel yang telah ada dipasaran merupakan hasil pengolahan dari minyak nabati. Minyak nabati adalah minyak yang didapatkan dari tanaman yang yang mengandung minyak, baik yang dapat dimakan (*edible*) atau tidak (*non edible*). Indonesia memiliki banyak keanekaragaman hayati yang berpotensi sebagai sumber minyak nabati, diantaranya kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, kemiri, kemiri minyak, nyamplung, *Pongamia pinnata*, biji karet, dan tanaman penghasil minyak nabati lainnya.

Dalam membuat biodiesel dari bahan baku, ada beberapa proses yang harus dilalui yaitu: pemilihan bahan baku, pengeringan bahan baku, ekstraksi minyak dari bahan baku, pemurnian minyak, transesterifikasi, pencucian, dan pengeringan.

Tiap proses tersebut membutuhkan peralatan yang berbeda-beda, kecuali pada proses ke 5 s/d 7 dapat dilakukan pada 1 jenis alat.

1. Pemilihan bahan Baku

   Pemilihan bahan baku yang tepat sangat penting dalam pengolahan biodiesel, mulai dari jenis bahan baku yang digunakan hingga waktu yang terbaik untuk memanen

bahan baku. Di Indonesia banyak terdapat tanaman penghasil minyak oleh karena itu perlu dipilih bahan baku yang mudah didapatkan dan banyak terdapat di lingkungan sekitar. Pemilihan lokasi prosesing yang dekat dengan lokasi bahan baku karena bahan baku yang telah dipanen diharapkan segara dapat di proses lebih lanjut. Waktu yang lama antara pemanenan dengan ekstrakasi minyak, dapat mengakibatkan penurunan kualitas minyak yang dihasilkan.

Kandungan minyak tertinggi pada tanaman paling banyak terdapat pada bagian kernel, kecuali pada kelapa sawit dan kelapa. Rendemen minyak tertinggi pada kedua tanaman tersebut terdapat pada bagian buah.

Waktu panen juga berpengaruh terhadap kualitas minyak yang dihasilkan. Buah yang dipanen hendaknya dipilih buah yang telah matang secara fisiologis. Walaupun kadangkala buah yang lewat matang rendemen minyaknya lebih tinggi, namun kandungan asam lemak bebasnya (ALB) lebih tinggi. Minyak yang memiliki kadar ALB tinggi dapat meningkatkan biaya pembuatan, lama proses dan menurunkan rendemen biodiesel. Oleh karena itu bahan yang dipilih sebaiknya telah matang secara fisiologis.

Sebagai contoh, buah jarak pagar pada saat masak, kulit buah berubah warna yang semula hijau menjadi kuning dan akan berubah menjadi hitam setelah buah terlewat matang. Panen sebaiknya dilakukan saat buah sudah masak (warna kuning) karena rendemen biji jarak pagar pada buah yang masih muda (warna hijau) menghasilkan rendemen minyak sebesar 20,7%, yang sudah matang fisologis (warna kuning) renemenya 30,3%, sedangkan yang telah lewat matang (hitam) mencapai 31,5% (Prastowo dan Pranowo, 2009). Pada beberapa tanaman, umur fisiologis buah juga dapat diketahui dari lepasnya buah dari tangkainya.

Gambar 5. 1 Buah jarak pagar pada beberapa tingkat kematangan

Perbedaan karakteristik antar tanaman penghasil biodiesel menjadikan alat yang digunakan untuk panen berbeda-beda. Bahkan pada beberapa tanaman, pemanenan dapat dilakukan tanpa membutuhkan peralatan khusus. Salah satunya adalah tanaman jarak pagar, tanaman ini dalam satu dompolan (Gambar 5.1) dapat berkumpul buah yang masih muda, matang dan kelewat matang. Sehingga disarankan pemanenannya dilakukan dengan tangan dan dipilih yang berwarna kuning.

Selain itu, agar kualitas minyaknya bagus.Contoh beberapa peralatan bantu panen dapat dilihat pada gambar di bawah ini. “Egrek” digunakan sebagai alat pemanen sawit dan memotong pelepah sedangkan kapak buah untuk memindahkan TBS (Tandan Buah Segar) yang jatuh ke dalam lori. Kedua alat ini kurang cocok jika digunakan untuk kegiatan panen tanaman yang lain.

Gambar 5. 2 Alat bantu panen kelapa sawit egrek (kiri) dan kapak buah (kanan)

(sumber : http://alatperkebunan.blogspot.com/)

2. Pemecahan buah

Pemecahan buah dapat dilakukan secara manual maupun mekanis. Cara manual dilakukan dengan menggilas buah yang dihamparkan dilantai dengan menggunaan kaki. Secara mekanis dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemecah buah jarak.

Gambar 5. 3 Alat pemecah buah jarak

Prinsip kerja alat ini adalah pengupasan kulit buat akibat gesekan buah-buah dalam ruang di antara silinder yang berputar pada kecepatan tertentu dengan konkaf. Mesin ini dilengkapi dengan separator sehingga biji-biji jarak pagar hasil pengupasan relatif sudah bersih dari kulit buah, gagang, atau kotoran lainnya. Namun jika buah yang di proses terlalu matang (berwarna coklat/hitam), biji dapat bercampur dengan kulit buah bagian dalam (cangkang).

3. Pengeringan Bahan Baku

   Proses pengeringan bahan baku (biji) diperlukan untuk mengurangi air yang terdapat pada bahan. Masih banyaknya air pada biji dapat menghambat proses ekstraksi minyak, oleh karena itu perlu dikurangi hingga mencapai 7%. Proses pengeringan dapat dilakukan menggunakan panas matahari atau buatan. Pengeringan buatan dapat menggunakan alat pengeringan (*dryer*).

4. Ekstraksi Minyak Nabati

   Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Ada beberapa metode ekstraksi, yaitu dengan metoda pemanasan, rnetoda pres hidrolik (*hidrolic press*), metoda pres ulir (*screw press*) dan metoda pelarutan.

1) Metode pengepresan hidrolik (*hydraulic pressing*)

Gambar 5. 4 Pengepresan biji menggunakan dongkrak hidrolik

(Sumber: Niamul Huda, 2013)

2) Metode pengepresan ulir

Metode pengepresan berulir merupakan metode ekstraksi yang lebih maju dan telah diterapkan di industri pengolahan minyak. Cara ekstraksi ini paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang kadar minyaknya di atas 10%. Prinsip operasinya adalah bahan rnendapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar. Minyak keluar melalui celah diantara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu sedangkan ampasnya keluar dari tempat yang lain. Tipe alat pengepres berulir yang digunakan dapat berupa pengepres berulir tunggal (*single screw press*) atau pengepres berulir ganda (*twin screw press*). Pada pengepresan jarak pagar, dengan teknik pengepres berulir tunggal (*single screw press*) dihasilkan rendemen sekitar 28-34 persen, sedangkan dengan teknik pengepres berulir ganda (*twin screw press*) dihasilkan rendemen minyak sekitar 40-45 persen.

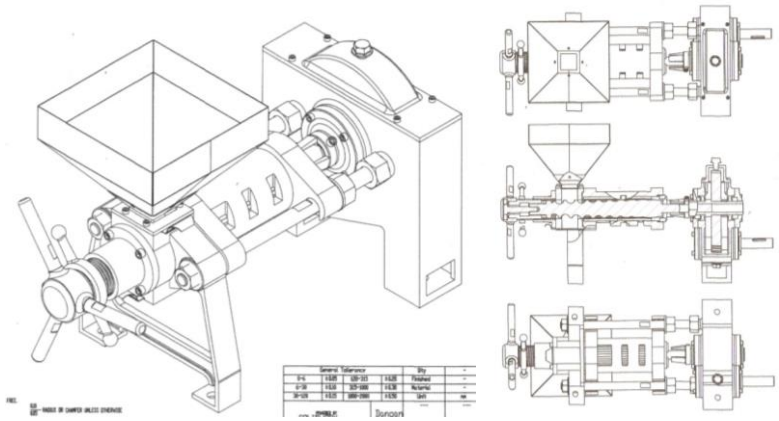
Pengepresan dengan pengepresan berulir memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

- Kapasitas pembuatan menjadi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinyu.
- Menghemat waktu proses pembuatan karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
- Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi.

Gambar 5. 5 Alat pres berulir : double stage screw expeller (atas) dan single stage screw Expeller(bawah)

Sumber: (Suparlan et at., 2010)

Gambar 5. 6 Desain screw press single stage

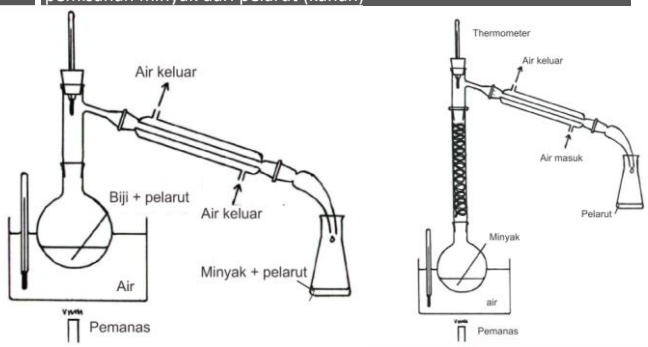


(Sumber: Niamul Huda, 2013)

3) Metode pelarutan dengan pelarut

Prinsip, minyak yang bersifat non polar dilarutkan atau dibilas menggunakan pelarut yang bersifat non polar sehingga minyak akan ikut keluar bersama dengan pelarut. Kemudian pelarut dan minyak dipisahkan berdasarkan titik didih larutan.

Gambar 5. 7 Teknik ekstraksi minyak menggunakan pelarut (kiri) dan Teknik pemisahan minyak dari pelarut (kanan)



(Sumber: Niamul Huda, 2013)

Keuntungan dari teknik ekstraksi minyak nabati menggunakan pelarut mampu menghasilkan minyak yang lebih banyak dibandingkan dengan metode yang lain. Namun biaya operasionalnya mahal dan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

5. Penjernihan Minyak Nabati

Proses penjernihan minyak nabati dapat dilakukan dengan pengendapan, absorpsi atau penyaringan. Untuk mempercepat proses penyaringan dapat dilakukan dengan gaya gravitasi, tekanan *vakum* maupun *centrifuge*.

Gambar 5. 8 Alat penyaring minyak nabati (kiri) tipe putar dan tipe horisontal (kanan)

6. Reaktor Biodiesel

Pembuatan biodiesel umumnya menggunakan metode batch, dimana proses tersebut terjadi pencampuran serta pengadukan antara bahan baku utama biodiesel dan katalis secara bersamaan dan ada *idle time* sampai terpisah menjadi 2 lapisan. Proses pembuatan biodiesel dilakukan dalam reaktor. Reaktor adalah peralatan yang digunakan sebagai tempat terjadinya transformasi/reaksi kimia untuk mendapatkan produk yang diinginkan(Mann, 2009). Performa reaktor berperan penting dalam operasional dan keuangan karena berpengaruh terhadap unit operasi yang lain (pemisahan, pengeringan, dan lain-lain).

Reaktor merupakan jantung pada sebagian besar proses kimia. Desain dan operasional reaktor menentukan kesuksesan dan kegagalan keseluruhan proses kimia. Reaktor merupakan komponen dasar untuk mengkonversi bahan baku yang bernilai rendah menjadi produk yang mempunyai nilai jual yang lebih tinggi. Reaktor biodiesel

digunakan untuk mengkonversi minyak nabati menjadi biodiesel yang mempunyai nilai jual lebih tinggi.

Reaktor biodiesel sudah banyak beredar di pasaran, dari yang skala lab hingga skala pembuatan, dari tipe *batch* hingga kontinu, dari bahan besi hingga stainless steel. Pembuatnya juga beragam, ada dari Perguruan Tinggi (ITB, IPB, UGM, UNDIP dan lain-lain), Lembaga Penelitian (BB mektan, BB pasca panen, LIPI, BPPT), Pertamina, ataupun perusahaan swasta (PT. Rizki Anugrah Putra/RAP, PT. Pindad, dan PT. Rekayasa Industri).

Gambar 5. 9 Beberapa contoh reaktor biodiesel

Permasalahannya desain reaktor yang beredar antara lain:didesain hanya untuk mengolah minyak nabati yang spesifik, padahal dalam skala pedesaan/kerakyatan ketersediaan bahan bakunya tidak selalu ada; tiap proses membutuhkan peralatan/tangki yang berbeda, sehingga meningkatkan biaya investasi dan biaya transportasi; tiap reaktor saling terintegrasi sehinga jika salah satu terjadi masalah dapat menghambat proses pembuatan; mengalami kesulitan untuk mengolah minyak nabati yang mempunyai bilangan asam > 10. Oleh karena itu perlu adanya reaktor biodiesel yang dapat mengatasi semua masalah tersebut.

Reaktor hasil pengembangan ini merupakan pengembangan dari reaktor yang telah ada sebelumnya. Kemampuan reaktor ini telah tingkatkan (*upgrade*) sehingga mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan reaktor lama. Perbedaan antara reaktor awal dan reaktor multifungsi ini disajikan pada gambar dan tabel berikut.

Gambar 5. 10 Reaktor biodiesel (kanan) reaktor awal dan reaktor (kiri) pengembangan (Modul rekayasa peralatan pembuatan biodiesel, PPPPTK BMTI, 2013)

Tabel 5. 1 Perbedaan kelebihan pada reaktor awal dan reaktor pengembangan

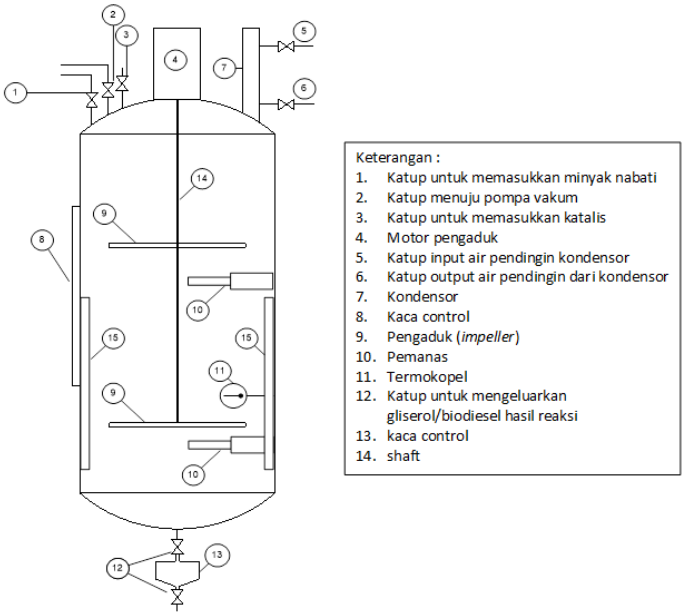
Tabel Reaktor Awal	Reaktor pengembangan
Kondensor Tunggal	Kondensor ganda
Bahan baku spesifik	Semua jenis minyak nabati
Kecepatan pengadukan konstan (500 rpm)	Kecepatan pengadukan dapat diatur (250-1450 rpm)
Suhu maksimal proses 90°C	Suhu maksimal proses 120°C
Penggunaan katalis banyak	Penggunaan katalis sedikit
Satu reaktor-satu proses	Multifungsi reaktor
6-8 jam/proses	4-6 jam/proses
Khusu ALB rendah	Berbagai Tingkatan ALB
Rendemen 76-80%	Rendemen 87-92%

Bentuk geometri reaktor diusahakan hampir silindris/mempunyai bentuk dasar melengkung (tanda ada sudut) untuk mengoptimalkanpencampuran (*mixing*) bahan dalam reaktor dan mempunyai konstruksi berukuran (dimensi) standar (e.g. *International Standards Organization* dan *British Standards Institution*) yang memperhitungkan keefektifan pencampuran dan konsiderasi struktur. Sebaiknya reaktor biodiesl yang dibuat memiliki perbandingan diameter dan tinggi sebanyak 1:3.

Jadi, jika diameter tangki reaktor memiliki diameter 1 meter, maka tinggi reaktor 3 meter.Bentuk reaktor dan bagian-bagian reaktor di gambarkan pada Gambar 9.

Bahan yang digunakan sebagai kontruksi rektor harus menggunakan bahan yang tidak bereaksi dengan bahan bakar dan katalis yang digunakan misalnya stainless steel.

Gambar 5. 11 Detail bagian-bagian reaktor pengembangan



(Sumber : Niamul Huda, 2013)

Bagian-Bagian Reaktor

1) Kondensor

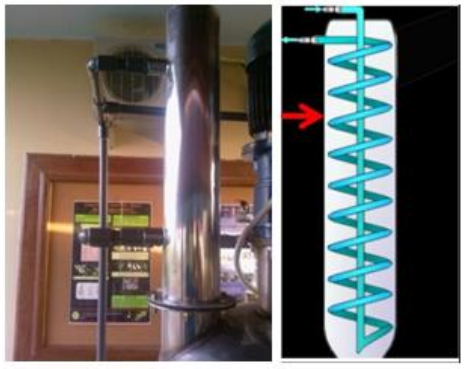
Kondensor pada reaktor biodiesel berfungsi untuk mengembunkan uap hasil proses sehingga dapat menurukan tekanan atmosfir reaktor dibawah tekanan normal (76 cmHg). Turunnya tekanan atmosfir membuat proses pengeringan biodiesel dapat berlangsung di bawah titik didih normal (<100°C). Pada sebagian besar reaktor biodiesel mini yang terdiri dari 2 tangki proses, hanya terpasang satu kondensor. Ini membuat hanya tangki yang memiliki kondensor saja yang dapat melakukan proses “pengeringan biodiesel”.

Proses yang dilakukan pada reaktor konvensional yang terdiri dari 2 tangki dilakukan dengan melakukan proses esterifikasi, transesterifikasi, dan pemisahan gliserol di tangki yang tidak memiliki kondensor (tangki A) kemudian di transfer ke tangki yang memiliki kondensor (tangki B). Proses ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya :

- Ada waktu tunggu (*lead time*) pada tangki B, karena mulai bekerja setelah proses pemisahan gliserol dilakukan pada tangki.
- Pemindahan biodiesel dari tangki A ke tangki B, membutuhkan tambahan energi listrik dan ada waktu tunggu hingga semua biodiesel berpindah semua ke tangki B.
- Jika salah satu tangki mengalami kerusakan, proses pengolahan biodiesel tidak dapat dilaksanakan.

Kelemahan tersebut dapat ditanggulangi dengan cara membuat kedua tangki tersebut dapat melakukan pengolahan biodiesel mulai dari esterifikasi hingga pengeringan. Salah komponen yang harus ada ditiap tangki adalah kondensor. Pada rektor multifungsi ini, pada tiap tangki reaktor mempunyai satu buah kondensor sehingga tiap reaktor mampu digunakan dalam mengolah biodiesel dari minyak kasar hingga menjadi biodiesel yang sesuai standar.

Gambar 5. 12 Kondensor



Spesifikasi :

- Tinggi : 50 cm
- Diameter : 10 cm
- Bahan : Stainless steel

2) Heater dan *termokopel*

Pada reaktor ini terdapat *heater* yang terintegrasi dengan *termokopel*. Integrasi ini berfungsi untuk mengontrol pemanasan yang dilakukan pada reaktor karena tiap tahap pengolahan biodiesel membutuhkan suhu yang berbeda-beda. Jika suhu bahan dibawah suhu yang telah ditentukan, *heater* menyala dan suhu bahan meningkat. Begitu pula sebaliknya, *heater* akan mati jika suhu telah melewati suhu yang telah ditentukan. Pada proses esterifikasi dan transesterifikasi membutuhkan suhu 60-80°C, pencucian 60°C, dan proses pengeringan membutuhkan suhu110-115°C. Penempatan *heater* dan indikator sangat berpengaruh terhadap efektifitas pemanasan. Rektor sebaiknya terdiri dari beberapa *heater* agar dapat mempercepat proses pemanasan. Misalnya reaktor terdiri dari beberapa *heater* sebaiknya diletakkan saling silang dan pada ketinggian yang berbeda sehingga pemanasan lebih merata. Selain itu sebaiknya tiap *heater* mempunyai pengatur saklar masing-masing sehingga jumlah minyak yang digunakan dapat bervariasi.

Gambar 5. 13 Heater dan termokopel

(Sumber: Niamul Huda, 2013)

3) Gelas Indikator

Salah satu proses dalam pengolahan biodiesel adalah proses pemisahan (separasi) yang dilakukan untuk memisahkan produk hasil pengolahan dengan limbahnya.

Pada proses esterifikasi terjadi reaksi antara asam lemak bebas dengan alkohol sehingga menghasilkan minyak nabati (trigliserida dan *fatty acid metil ester*) dengan kandungan asam rendah dan limbah yang terdiri dari air dan methanol sisa.

Densitas limbah (campuran air dan metanol) lebih berat dibandingkan minyak nabati, sehingga minyak berada di lapisan atas dan limbahnya dibagian bawah dengan batas yang jelas. Gelas indikator ini berguna untuk mengetahui bahwa proses pengambilan bahan hampir mencapai batas, sehinga produk yang dihasilkan mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi. Pada reaktor, pemisahan gliserol dan air limbah pencucian sebaiknya sebaiknya dipisahkan secara perlahan (menggunakan gaya gravitasi), jangan menggunakan pompa sebagai pendorong karena dapat mengacaukan larutan yang telah mengendap.

Gambar 5. 14 Gelas indikator

(Sumber: Niamul Huda, 2013)

Commented [HP1]: Sumber gambar ?

Spesifikasi Gelas indikator

- Tinggi : 9,7 cm
- Diameter : 7,0 cm
- Type : Gelas tahan panas
- Ketebalan : 5 mm

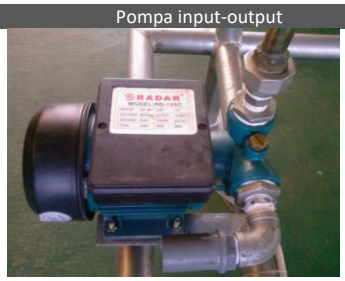
4) Pompa input-output

Pompa pada yang terintegrasi pada reaktor biodiesel multifungsi ini ada 4 buah, tiap-tiap pompa berfungsi untuk:

- Input minyak mentah
- Input air pendingin

- Output limbah pencucian
- *Reversible biodiesel*

Gambar 5. 15 Pompa input-output



Spesifikasi :

- Merk : Radar
- Model : RD-125 C
- MAXCAP : 42 Lt/Min
- Suchead : 9 meter
- Dischead : 25 meter
- Total : 33 meter
- Size : 1” x 1”
- Output : 125 watt
- V/Hz/Ph : 220/50.1
- Kecepatan putar : 2850 rpm

5) Pompa vakum

Pompa vakum berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak dapat menyublim, misalnya adalah gas amoniak. Selain itu juga, pompa vakum membantu mengeluarkan uap air dan sisa methanol yang tidak bereaksi pada proses pengeringan.

Gambar 5. 16 Pompa Vakum

Spesifikasi :

- Merk : Brok Crompton, New Castle, Stafft
- Volt : 110/120-220/240
- Hz : 50/60 Wo 550
- Kecepatan putar : 1420/1750 rpm

6) Kaca kontrol

Kaca kontrol ini terdapat di sisi luar kedua reaktor. Kaca kontrol berfungsi untuk mengontrol proses pengolahan dan proses pemisahan. Kaca kontrol ini terbuat dari bahan khusus sehingga dapat menahan suhu proses hingga 1000°C.

Gambar 5. 17 Kaca Kontrol

7) Corong input katalis

Pada beberapa reaktor, teknik untuk memasukkan katalis ada berbeda-beda, ada yang secara manual (dituang) dan ada yang dialirkan melalui pipa (vakum). Permasalahannya pada proses pembuatan biodiesel, katalis yang telah ditentukan harus bereaksi semua dengan minyak. Penggunaan pipa untuk mengalirkan katalis dapat menyebabkan sebagian katalis tertinggal di pipa dan tidak bereaksi dengan minyak. Oleh karena itu disarankan pada proses memasukkan katalis sebaiknya dilakukan secara manual.

Tiap proses membutukan jumlah dan jenis reaktan/katalis yang berbeda, sehingga pada reaktor perlu ada alat untuk memasukkan reaktan/katalis sewaktu-waktu. Corong input ini berada dibagian atas reaktor dan berfungsi untuk memasukkan reaktan dan katalis. Antara reaktor dan corong input terdapat kran, sehingga selama tidak digunakan ditutup untuk menjaga tekanan reaktor.

Spesifikasi Corong Input:

- Tinggi : 10 cm
- Diameter : 7,5 cm
- Bahan : Stainless steel

Gambar 5. 18 Corong input katalis

8) Agitator

Sistem agitasi dalam reaktor terdiri dari motor pengaduk (*drive motor*), *speed reducer*, *mechanical seal*, *shaft*, *impeller*, *impeller blade*, dan *baffel*. Sistem agitasi ini berfungsi agar pencampuran dapat dilakukan dengan merata dan

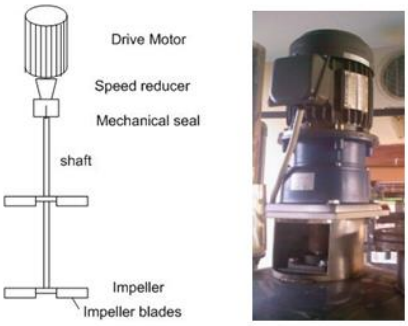
meningkatkan luas pindah massa. *Speed reducer* berfungsi untuk meningkatkan kekuatan putaran dan memperkecil kecepatan putar impeller. *Baffel* terletak dinding bagian dalam dan digunakan untuk memecah aliran cairan dalam rangka meningkatkan turbulensi dan effesiensi pencampuran.

Sistem agitator dapat diklasifikasi menjadi dua tipe yaitu aliran radial dan aliran axial. Sistem agitator pada reaktor biodiesel multifungsi ini masuk dalam klasifikasi aliran radial. Pada tipe aliran radial ini aliran cairan mengikuti jari-jari tangki reaktor dan membutuhkan input energi yang lebih besar dibandingkan tipe axial. Dibandingkan dengan tipe radial, tipe axial efektif untuk mengangkat padatan dari dasar tangki. Perbedaan bentuk impeller dan aliran pada kedua tipe agitator dapat dilihat pada Gambar 5.19 Untuk menghasilkan teknik pengadukan yang optimal, sebaiknya diameter pengaduk berukuran 2/3 diameter tabung.

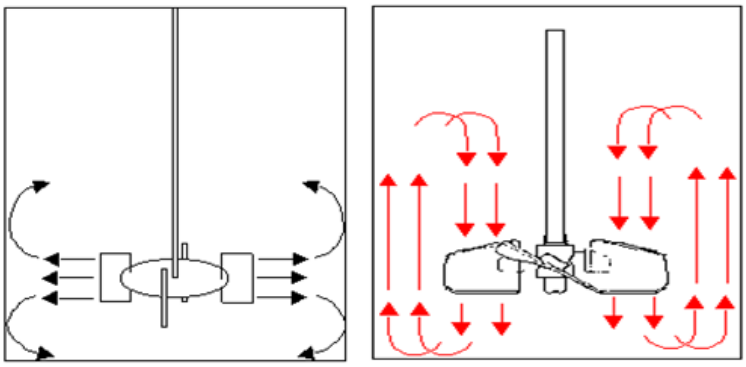
Spesifikasi motor pengaduk:

- Merk : TECO
- Kode : AEVBKBB-
- Tipe : 4 pole
- Volt : 220/380
- Hz, A : 50 Hz/3 A/2,1 A
- Kec. Putar : 1430 rpm
- Weight : 18 k

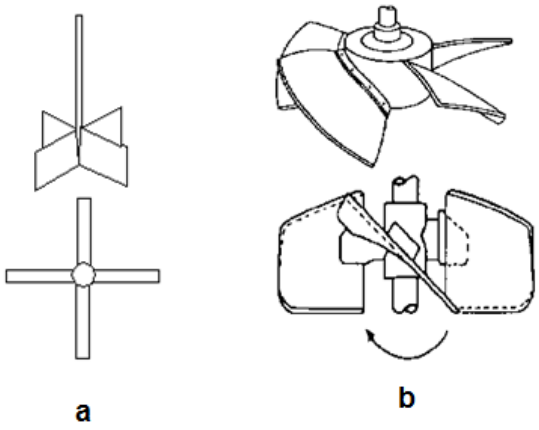
Gambar 5. 19 Sistem agitator reaktor (kiri)&drive motor reaktor biodiesel multifungsi (kanan)



Gambar 5. 20 Aliran cairan tipe radial (kiri) dan axial (kanan)



Gambar 5. 21 Bentuk impeller pada agitator tipe radial (a) dan axial (b)



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi pembelajaran peralatan pengolahan biodiesel? Sebutkan!
2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalammempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa Anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-05**.Jika Anda bisa menjawab pertanyan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Andabisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.

Kerjakan kegiatan dibawah ini secara kelompok.

1. Amati peralatan pembuatan biodiesel pada setiap tahap proses, identifikasikan persyaratan peralatan sehingga dapat menghasilkan produk yang maksimum?

2. Setelah mengamati peralatan diatas, carilah contoh peralatan yang ada disekitar kita yang bisa digunakan untuk produksi biodiesel dengan memodifikasi? Dan bagaimana cara memodifikasi peralatan tersebut?

3. Sebutkan cara pemeliharaan peralatan pembuatan biodiesel pada waktu digunakan dan pada waktu tidak produksi?

4. Melakukan percobaan pengoperasian peralatan pembuatan biodiesel dan mengidentifikasi masalah yang tersaji.

- Peralatan persiapan proses

- Peralatan proses
- Peralatan uji hasil

5. Melakukan simulasi pemeliharaan peralatan pembuatan biodiesel.

- Peralatan persiapan proses
- Peralatan proses
- Peralatan uji hasil

E. Rangkuman

1. Biodiesel dapat dibuat dari dari minyak nabati, lemak hewan, maupun minyak goreng bekas. Namun pembuatan biodiesel yang telah ada dipasaran merupakan hasil pengolahan dari minyak nabati. Minyak nabati adalah minyak yang didapatkan dari tanaman yang yang mengandung minyak, baik yang dapat dimakan (*edible*) atau tidak (*non edible*). Indonesia memiliki banyak keanekaraaman hayati yang berpotensi sebagai sumber minyak nabati, diantaranya: kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, kemiri, kemiri minyak, nyamplung, *pongamia pinnata*, biji karet, dan tanaman penghasil minyak nabati lainnya.

2. Dalam membuat biodiesel dari bahan baku, ada beberapa proses yang harus dilalui yaitu: pemilihan bahan baku, pengeringan bahan baku, ekstraksi minyak dari bahan baku, pemurnian minyak, transesterifikasi, pencucian, dan pengeringan.

3. Di Indonesia banyak terdapat tanaman penghasil minyak oleh karena itu perlu dipilih bahan baku yang mudah didapatkan dan banyak terdapat di lingkungan sekitar. Pemilihan lokasi prosesing yang dekat dengan lokasi bahan baku karena bahan baku yang telah dipanen diharapkan segara dapat di proses lebih lanjut.

4. Proses pengeringan bahan baku (biji) diperlukan untuk mengurangi air yang terdapat pada bahan. Masih banyaknya air pada biji dapat menghambat proses ekstraksi minyak, oleh karena itu perlu dikurangi hingga mencapai 7%.

5. Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Ada beberapa metode ekstraksi, yaitu dengan metoda pemanasan, rnetoda pres hidrolik (*hidrolic press*), metoda pres ulir (*screw press*) dan metoda pelarutan.
6. Proses penjernihan minyak nabati dapat dilakukan dengan pengendapan, absorpsi atau penyaringan. Untuk mempercepat proses penyaringan dapat dilakukan dengan gaya gravitasi, tekanan *vakum* maupun *centrifuge*.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan permasalahan desain reaktor yang ada saat ini?
2. Sistem agitator dapat diklasifikasi menjadi dua tipe yaitu aliran radial dan aliran axial. Sebutkan karakter sistem agitator tipe aliran radial?
3. Sebutkan kelemahan reaktor konvensional yang terdiri dari 2 tangki?
4. Jelaskan mengenai kaca kontrol pada konstruksi reaktor biodiesel?

G. Kunci Jawaban

1. Permasalahannya desain reaktor yang ada saat ini antara lain: didesain hanya untuk mengolah minyak nabati yang spesifik, padahal dalam skala pedesaan/kerakyatan ketersediaan bahan bakunya tidak selalu ada; tiap proses membutuhkan peralatan/tangki yang berbeda, sehingga meningkatkan biaya investasi dan biaya transportasi; tiap reaktor saling terintegrasi sehinga jika salah satu terjadi masalah dapat menghambat proses pembuatan; mengalami kesulitan untuk mengolah minyak nabati yang mempunyai bilangan asam > 10.
2. Karakter sistem agitator tipe aliran radial: aliran cairan mengikuti jari-jari tangki reaktor dan membutuhkan input energi yang lebih besar dibandingkan tipe axial.
3. Kelemahan reaktor konvensional yang terdiri dari 2 tangki antara lain: ada waktu tunggu (lead time) pada tangki B, karena mulai bekerja setelah proses pemisahan gliserol dilakukan pada tangki; pemindahan biodiesel dari tangki A ke tangki B, membutuhkan tambahan energi listrik dan ada waktu tunggu hingga semua biodiesel berpindah semua ke tangki B; jika salah satu tangki mengalami kerusakan, proses pengolahan biodiesel tidak dapat dilaksanakan.
4. Kaca kontrol ini terdapat di sisi luar kedua reaktor. Kaca kontrol berfungsi untuk mengontrol proses pengolahan dan proses pemisahan. Kaca kontrol ini terbuat dari bahan khusus sehingga dapat menahan suhu proses hingga 1000°C.

LEMBAR KERJA - 05

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi pembelajaran peralatan pengolahan biodiesel? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

4. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa Anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PEMANFAATAN DAN PEMASARAN BIODIESEL

A. Tujuan

Peserta diklat mampu menganalisis pemanfaatan dan pemasaran biodiesel

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta diklat mampu:

1. Menjelaskan kegunaan bioediesel
2. Menganalisis kelebihan dan kekurangan biodiesel sebagai bahan bakar
3. Menjelaskan pemanfaatan limbah pembuatan biodiesel
4. Menjelaskan pemasaran biodiesel

C. Uraian Materi

Bacaan 1 . Pemanfaatan Biodiesel

Penggunaan biodiesel di Indonesia sudah ada sejak masa penjajahan Jepang, pada saat itu biodiesel yang dihasilkan berasal dari jarak pagar tetapi pemanfaatannya bukan untuk bahan bakar mesin motor melainkan sebagai pengganti minyak tanah sebagai bahan bakar penerangan. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari minyak nabati sehingga ramah lingkungan dan tidak beracun. Biodiesel memiliki keunggulan komparatif, antara lain dapat menekan polusi dan meningkatkan efisiensi mesin. Bila mobil diesel menggunakan solar biasa, tingkat konsumsi mencapai 1:13 (1liter:13 km), tetapi jika berbahan bakar campuran biodiesel dan solar dengan perbandingan10:90 (biodiesel 10%, solar 90%), tingkat konsumsi menjadi 1:14 (1liter:14 km).

Adapun karakteristik dari biodiesel adalah sebagai berikut :

1. Menurunkan tingkat opasitas asap.
2. Menurunkan emisi gas buang.
3. Memiliki sifat pelumas yang lebih baik dari BBM fosil.
4. Bila dicampurkan dengan BBM diesel dapat meningkatkan *biodegradasibility* hingga500%.

5. Mirip dengan BBM diesel, sehingga penggunaanya tidak memerlukan modifikasimesin.
6. Tidak mengandung senyawa aromatik atau nitrogen.
7. Hanya mengandung sulfur dengan kadar kurang dari 15 ppm.
8. Lebih efisien dalam pembakaran, karena mengandung 11% berat oksigen.

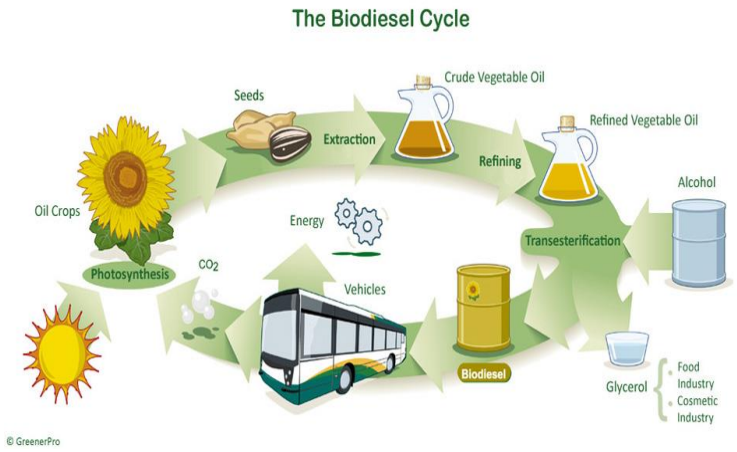
Secara umum biodiesel sebagai pengganti bahan bakar minyak memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, yaitu:

Keunggulan Biodiesel :

- Biodiesel tidak beracun dan bahan bakar *biodegradable*

  Bisa dilihat dari siklus biodiesel berikut ini

Gambar 6. 1 Siklus Biodiesel



Biodiesel merupakan substansi tidak beracun dan mampu menjadi rusak, mengurai, atau membusuk, oleh aksi bakteri, jamur, dan mikroorganisme lainnya sehingga membuatnya menjadi salah satu alternatif bahan bakar diesel ramah lingkungan.

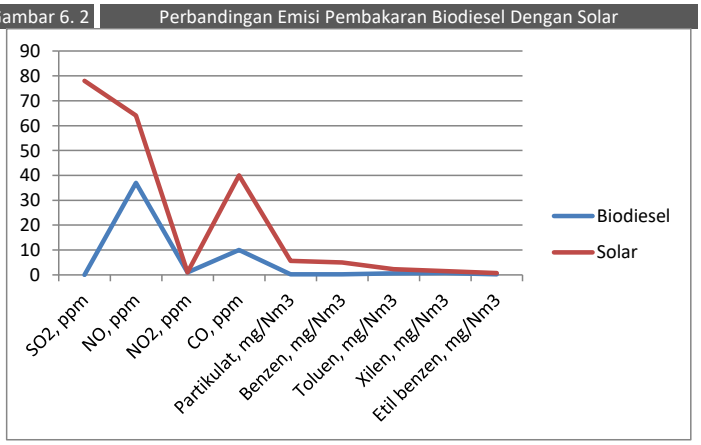
Sebuah studi di Amerika Serikat mengungkapkan bahwa emisi karbon dioksida yang dikeluarkan biodiesel sekitar 75% lebih rendah dibandingkan yang dihasilkan oleh bahan bakar fosil.

Tabel 6. 1 Perbandingan Emisi Pembakaran Biodiesel Dengan Solar

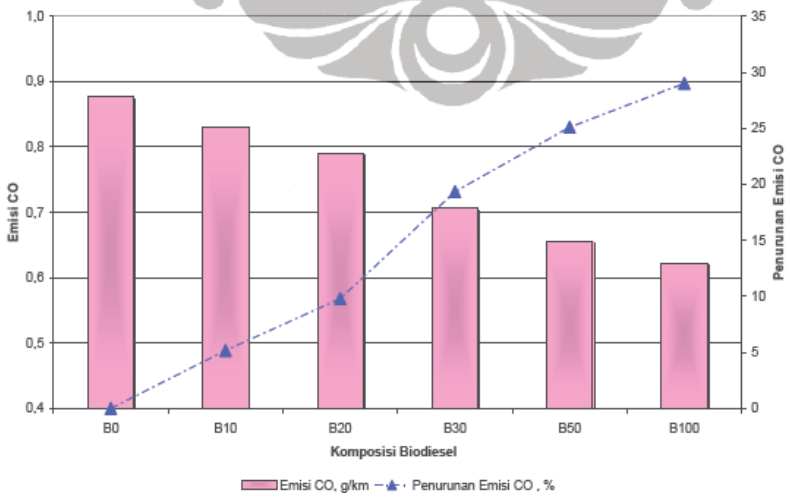
Senyawa emisi	Biodiesel	Solar
SO_2, ppm	0	78
NO, ppm	37	64
NO_2, ppm	1	1
CO, ppm	10	40
Partikulat, mg/Nm^3	0,25	5,6
Benzen, mg/Nm^3	0,3	5,01
Toluen, mg/Nm^3	0,57	2,31
Xilen, mg/Nm^3	0,73	1,57
Etil benzen, mg/Nm^3	0,3	0,73

(Sumber : Internasional Biodiesel, 2001)

Gambar 6. 2 Perbandingan Emisi Pembakaran Biodiesel Dengan Solar



Gambar 6. 3 Efek Campuran Biodiesel terhadap Emisi CO_2



- Biodiesel lebih aman dipakai dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Energi yang dihasilkan oleh Biodiesel relatif tidak berbeda dengan solar yaitu 128.000 BTU vs 130.000 BTU. Biodiesel mengandung oksigen, sehingga titik nyalanya (*flash point*) lebih tinggi dari solar sehingga tidak mudah terbakar. Biodiesel juga tidak menghasilkan uap yang membahayakan pada suhu kamar, sehingga Biodiesel lebih aman dari pada solar dalam penyimpanan dan penggunaannya

  Pembuatan dan penggunaan biodiesel melepaskan lebih sedikit emisi dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 78% lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Biodiesel dapat dengan mudah dicampur dengan diesel konvensional, dan dapat digunakan di sebagian besar jenis kendaraan saat ini, bahkan dalam bentuk biodiesel B100 murni.mesin diesel modern umumnya tidak memerlukan modifikasi sebelum bisa menggunakan biodiesel sehingga lebih praktis dan meniadakan biaya *up grading* mesin.
- Biodiesel dapat membantu mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil, dan meningkatkan keamanan dan kemandirian energi.
- Biodiesel dapat dipembuatan secara massal di banyak negara, contohnya USA yang memiliki kapasitas untuk mempembuatan lebih dari 50 juta galon biodiesel per tahun.

- Biodiesel memiliki sifat pelumas yang sangat baik, secara signifikan lebih baik daripada bahan bakar diesel konvensional, sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin.
- Biodiesel memiliki *delay* pengapian lebih pendek dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Biodiesel mempunyai *cetane rating* yang lebih tinggi dari minyak solaryang menyebabkan kinerja mesin lebih tinggi.
- Biodiesel tidak memiliki kandungan sulfur, sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap pembentukan hujan asam.

Berikut ini adalah kelemahan biodiesel:

- Biodiesel saat ini sebagian besar dipembuatan dari tanaman pangan yang dapat menyebabkan kekurangan pangan dan meningkatnya harga pangan. Hal ini bisa memicu meningkatnya kelaparan di dunia.
- Biodiesel 20 kali lebih rentan terhadap kontaminasi air dibandingkan dengan diesel konvensional, hal ini bisa menyebabkan korosi, filter rusak, *pitting* di piston, dll.
- Biodiesel murni memiliki masalah signifikan terhadap suhu rendah.
- Biodiesel secara signifikan lebih mahal dibandingkan dengan diesel konvensional.

(http://www.indoenergi.com/2012/04/keunggulan-dan-kelemahan-biodisel.html)

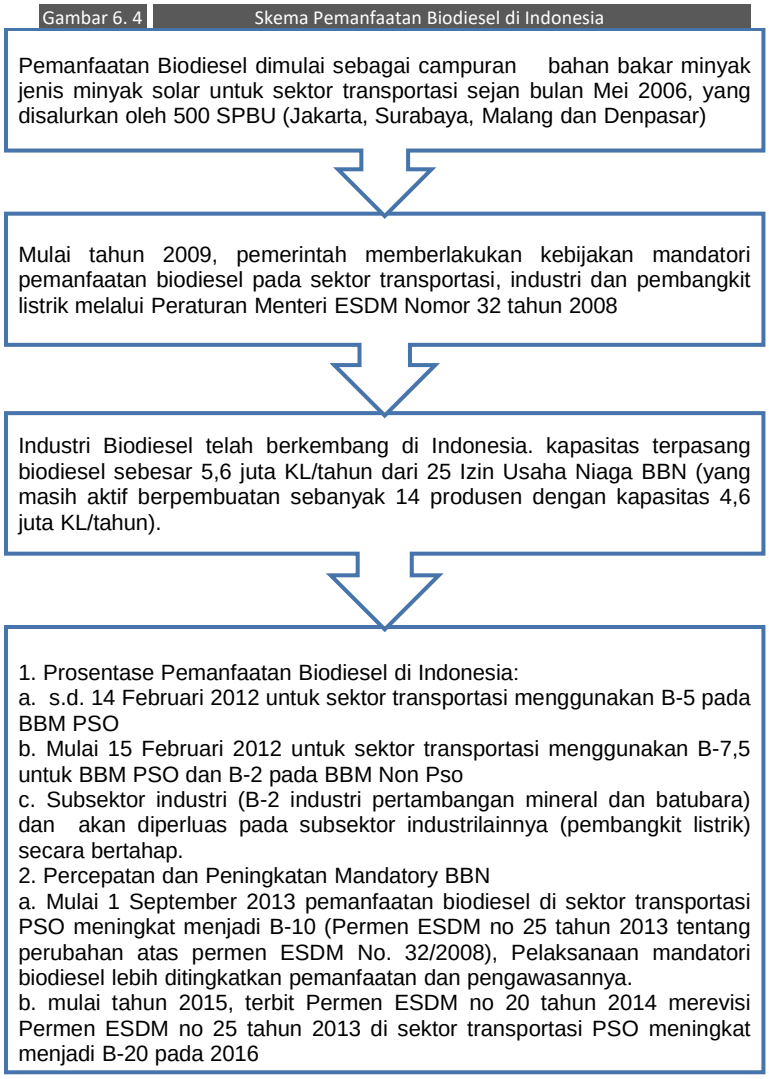
- Biodiesel memiliki kandungan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 11% lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional.
- Biodiesel dapat melepaskan oksida nitrogen yang dapat mengarah pada pembentukan kabut asap.
- Biodiesel, meskipun memancarkan emisi karbon yang secara signifikan lebih aman dibandingkan dengan diesel konvensional, masih berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim.

Saat ini masih banyak beredar isu negatif tentang biodiesel. Misalnya, isu mengenai kotornya biodiesel yang banyak mengandung endapan sehingga filter tersumbat. Penyumbatan yang terjadi bisa dijelaskan karena rantai karbon yang mengandung oksigen

akan bersifat seperti alkohol, memiliki kemampuan melarutkan. Sama seperti biodiesel yang mengandung oksigen. Jadi saat pertama kali biodiesel digunakan, kotoran yang sudah bertahun-tahun menempel di tangki akan terlarut oleh biodiesel dan menyumbat filter, Kondisi ini diperparah dengan kualitas solar subsidi Indonesia yang kotor. Untuk mengatasi masalah ini disarankan penggantian filter kendaraan dua minggu setelah penggunaan biodiesel.Adanya biodiesel tidak berakreditasi yang beredar di masyarakat diperkirakan juga menjadi penyebab beredarnya isu tersebut. Maka perlu ditekankan pentingnya sosialisasi agar masyarakat hanya membeli biodiesel yang berakreditasi SNI. Biodiesel itu mudah dibuat, kalau orang sembarangan membuatnya tidak mengikuti standar karakteristik mesin bsa menyebabkan kerusakan pada mesin. Untuk menambah keyakinan masyarakat pada biodiesel, pada tahun 2014 Kementrian ESDM melakukan uji jalan kendaraan berbahan bakar B20 dan kendaraan berbahan bakar B0 (solar murni) dengan target jarak tempuh 40000 km. Pengujian tersebut menyatakan adanya pengurangan emisi, asap keluaran yang lebih bersih, serta adanya kenaikan daya pada 10000 km pada kendaraan dengan B20 jika dibandingkan dengan kendaraan dengan B0.

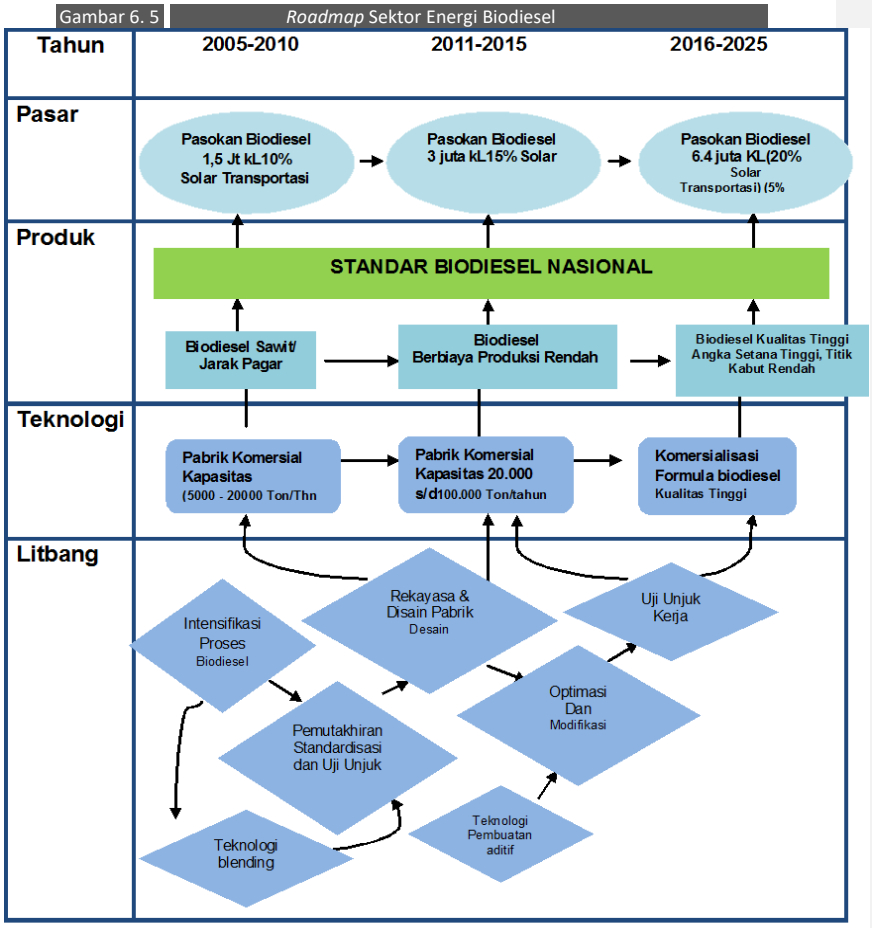
Berikut adalah perkembangan pemanfaatan biodiesel di Indonesia.

Gambar 6. 4 Skema Pemanfaatan Biodiesel di Indonesia



Lebih lanjut ada roadmap sektor energi khususnya untuk BBN yang dikeluarkan oleh Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia

Gambar 6. 5 *Roadmap* Sektor Energi Biodiesel



Tabel 6. 2 *Roadmap* Sektor Energi Bio Diesel

Jangka Pendek (2005-2010)	Jangka Pendek (20011-2015)	Jangka Pendek (2016-2025)
• Pengembangan intensifikasi teknologi pembuatan biodiesel dari bahan baku sawit, kelapa, jarak pagar dan tumbuhan lain. • Penelitian dan engembangan konversi gliserol menjadi etanol dan produk turunan lainnya seperti surfaktan • Peningkatan kualitas tanaman jarak pagar dan bahan baku potensial lainnya	• Penelitian dan pengembangan proses pembuatan biodiesel berbiaya rendah • Pemanfaatan gliserol menjadi produk turunan lainnya (surfaktan, monomer plastik, dll) • Penyediaan bibit unggul tanaman jarak pagar dan bahan baku potensial lainnya	• Penelitian dan pengembangan aditip Biodiesel berkualitas tinggi • Pemanfaatan produk turunan gliserol dalam produk akhir (polimer, *consumer goods*, dll) • Penyediaan bibit unggul tanaman jarak pagar skala besar dengan teknik *in vitro*
• Rekayasa dan konstruksi pabrik biodiesel secara bertahap skala 5.000-20.000 ton/tahun	• Rekayasa dan Konstruksi pabrik biodiesel berbiaya pembuatan rendah 20.000-100.000 ton/tahun	• Formulasi biodiesel berkualitas tinggi
• Uji karakteristik, unjuk • kerja,uji jalan, pemutakhiran standar dan pembentukan lembaga sertifikasi mutu biodiesel (LSPro) serta Laboratorium Uji Biodiesel di beberapa propinsi	• Pemutakhiran uji karakteristik, unjuk kerja, uji jalan, standar dan pembentukan Laboratorium Uji Biodiesel di seluruh propinsi	• Pemutakhiran uji karakteristik, unjuk kerja, uji jalan, standar dan pembentukan Laboratorium Uji Biodiesel di setiap kabupaten
Peran Industri		
Jangka Pendek (2005-2010)	**Jangka Menengah (2011-2015)**	**Jangka Panjang (2016-2025)**
Mendukung penelitian dan pengembangan perbaikan proses pembuatan biodiesel di Perguruan Tinggi dan lembaga litbang melalui *cost sharing* dan kerjasama	Komersialisasi hasil penelitian teknologi pembuatan biodiesel berbiaya rendah	Komersialisasi hasil penelitian teknologi formulasi biodiesel berkualitas tinggi

kemitraan		
Peningkatan kandungan lokal mesin dan peralatan pabrik biodiesel sampai minimum 50%	Peningkatan mesin dan kandungan lokal peralatan pabrik biodiesel sampai minimum 75%	Mesin dan peralatan biodiesel dengan kandungan lokal 100%
Pengembangan teknologi *engine* agar dapat mengikuti perkembangan penggunaan biodiesel	Pengembangan teknologi *engine* lanjutan agar dapat mengikuti perkembangan penggunaan biodiesel	Pengembangan teknologi *engine* lanjutan agar dapat mengikuti perkembangan penggunaan biodiesel
Membantu dalam pemutakhiran standar biodiesel nasional	Membantu dalam pemutakhiran standar biodiesel nasional	Membantu dalam pemutakhiran standar biodiesel nasional
Peluang Pasar		
Peran Pemerintah		
Program Langit Biru yang merujuk pada standar lingkungan global	Peningkatan target Program Langit Biru yang merujuk pada standar lingkungan global	Peningkatan target Program Langit Biru yang merujuk pada standar lingkungan global
Pengurangan subsidi solar untuk transportasi umum	Penghapusan subsidi solar dan pengenaan pajak lingkungan terhadap solar sebesar 10 %	Pengenaan pajak lingkungan terhadap solar sebesar 25%
Peran Industri		
Jangka Pendek (2005-2010)	**Jangka Menengah (2011-2015)**	**Jangka Panjang (2016-2025)**
Sosialisasi penghematan BBM karena kelangkaan BBM fosil dan harga yang terus meningkat	Sosialisasi lanjutan penghematan BBM karena kelangkaan BBM fosil dan harga yang terus meningkat	Sosialisasi lanjutan penghematan BBM karena kelangkaan BBM fosil dan harga yang terus meningkat
Sosialisasi penggunaan	Penggunaan pada	Penggunaan pada

biodiesel pada kendaraan operasional di instansi pemerintah dan transportasi umum maksimum 10% (B10)	transportasi umum di seluruh Indonesia maksimum 20% (B20)	transportasi umum di seluruh Indonesia sampai 100% (B100)
Fasilitasi Pemanfaatan Mekanisme Pembangunan Bersih (CDM) oleh industri biodiesel di Indonesia	Fasilitasi Pemanfaatan Mekanisme Seperti CDM di rezim iklim pasca Protokol Kyoto oleh industri biodiesel di Indonesia	Fasilitasi Pemanfaatan Mekanisme Seperti CDM di rezim iklim pasca Protokol Kyoto oleh industri biodiesel di Indonesia

Memperhatikan adanya harapan dan keinginan biodiesel dapat dimanfaatkan dan dikembangkan menjadi bahan bakar yang alternatif di Indonesia, dapat diperkirakan bahwa dalam mengembangkan biodiesel di Indonesia sasaran yang diinginkan adalah dapat diwujudkannya penyediaan dan pemanfaatan biodiesel yang mempunyai ciri :

- Mampu menghasilkan biodiesel yang sesuai dengan sistem peralatan yang akan menggunakannya (mesin–mesin diesel dan *burner* pada sistem penyedia kalor/ panas di industri) termasuk dengan sistem distribusi minyak solar yang ada.
- Pemanfaatkan sumber daya alam domestik sebanyak mungkin baik dari segi jumlah maupun jenis bahan bakunya sehingga tingkat risiko akan ketergantungan kepada satu jenis bahan baku dapat dikurangi;
- Sistem penyediaan bahan baku dan pengolahan yang bersifat menyebar sehingga masing – masing daerah dapat mandiri dalam menyediakan bahan bakar yang dibutuhkannya dan dengan sendirinya dapat mengurangi beban biaya transportasi antara daerah penghasil dan konsumen;
- Memanfaatkan tehnologi pengolahan yang tidak terlampau canggih dan tidak *capital intensive* sehingga dapat mengurangi beban biaya transportasi antara daerah penghasil dan konsumen;

- Mampu menghasilkan lapangan kerja sebanyak mungkin sehingga pengembangan biodiesel berkontribusi secara berarti kepada upaya pembangunan ekonomi sosial.

Bacaan 2. Penyimpanan Biodiesel

Dalam rangka menjaga kualitas biodiesel, yang perlu menjadi perhatian dalam penanganan biosolar ini adalah prosedur penyimpanan biodiesel dalam tangki timbun *(storage tank),* dimana jika tidak ditangani dengan benar akan menyebabkan turunnya kualitas dari biodiesel yang disimpan di dalam tangki timbun tersebut yang pada akhirnya akan menurunkan kualitas biosolar dimana di dalamnya mengandung biodiesel yang telah rusak itu. Biodiesel dalam tangki timbun harus dijaga agar tidak terdegradasi akibat oksidasi. Penurunan kualitas ini akan lebih parah untuk daerah-daerah dengan tingkat kelembaban dan temperatur yang relatif tinggi seperti di Indonesia kaiena biodiesel sangat rentan terhadap kontaminasi air. Jika penyimpanan biodiesel dalam tangki tidak diperhatikan, akan menyebabkan kandungan air bertambah dalam biodiesel. Dengan naiknya kandungan air, pertumbuhan mikroorganisma meningkat, yang menyebabkan peningkatan bilangan asam dan viskositas pada biodiesel, akibatnya biodiesel dalam tangki tidak lagi memenuhi spesifikasi seperti saat dikeluarkan oleh pabrik produsen biodiesel. Peningkatan parameter ini tentunya tidak dapat ditolerir dan diterima oleh pengguna otomotif maupun industri karena berakibat fatal

Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam penyimpanan biodiesel adalah sebagai berikut

1. Pertimbangan Tangki Penyimpanan

   Sebuah sistem penyimpanan biodiesel mempunyai komposisi: tangki penyimpanan, sistem pemipaan, dan pompa-pompa. Komponen-komponen ini merupakan bagian kritis dalam menjaga kualitas biodiesel. Sistem penyimpanan biodiesel B100 dapat disarikan seperti tertulis di bawah ini:

- Material tangki penyimpanan yang dianggap layak untuk biodiesel adalah alumunium, baja, teflon, polietilena terflorinasi, polipropilena terflorinasi, dan sebagian besar bahan fiberglas.
- Jangan simpan 8100 untuk waktu lama di dalam sistem yang mengandung logam reaktif (kuningan, perunggu, tembaga, timah hitam, timah putih, dan seng) karena akan melarutkan logam-logam tersebut sehingga menghasilkan endapan bahan bakar atau gel dan garam yang dapat menyumbat filter injektor bahan bakar.
- B100 harus disimpan pada suhu paling tidak 6°C lebih tinggi dari titik awan (13°C untuk titik awan biodiesel dari CPO dan 9°C titik awan biodiesel dari CJO).
- B100 adalah sebuah pelarut ringan sehingga harus dengan seksama dalam pembersihan tangki dan sistem pembakaran dimana banyak endapan atau deposit yang mungkin ada sebelum B1 00 dimasukkan ke dalam tangki atau sistem. Siapkan penggantian filter lebih teratur sementara system dibersihkan.

Dalam merencanakan penyimpanan biodiesel, perlu dipertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

- Bersihkan tangki dan jalur-jalur yang akan dilalui biodiesel dalam sistem bahan bakar dimana terdapat banyak endapan atau deposit. Pengelola bahan bakar memang sebaiknya mengevaluasi kebersihan tangki-tangki penyimpanan bahan bakar meskipun belum tentu dipakai untuk penyimpanan dan distribusi biodiesel. Hal ini dilakukan untuk mempertahankan kualitas bahan bakar yang didapat dengan destilasi konvensional, misal solar, bensin, dan lain-lain ..
- Bersiaplah untuk kemungkinan terjadinya beberapa gangguan penyumbatan filter dan lebih sering penggantian filter, sampai sistem benar-benar dibersihkan dari endapan-endapan lama. Setelah system dibersihkan dengan seksama, interval penggantian filter bisa kembali ke interval normal.
- Bersihkan dengan segera tumpahan biodiesel dari permukaan yang dicat karena akan merusak/menghilangkan cat tersebut.

Dalam beberapa kasus, efek pembersihan atau kemampuan melarutkan dari B1 00 dirancukan dengan masalah *gum* dan endapan yang dapat terbentuk dalam

penyimpanan bahan bakar dalam waktu lama. Perlu dicatat bahwa efek pelarutan dari biodiesel dapat dikurangi setelah
pemuatan untuk kedua kalinya.

Pengujian untuk angka asam *(total acid number)* dan viskositas sebaiknya dilakukan untuk menentukan penyebab endapan. Jika angka-angka tersebut masih masuk dalam spesifikasi ASTM, besar perkiraan bahwa endapan tersebut adalah hasil pelarutan dari B100.

2. Kelebihan Udara

Bilamana sebuah tangki bahan bakar (biodiesel) dikosongkan, udara akan masuk melalui pipa *vent* untuk menggantikan bahan bakar dalam tangki. Kelebihan udara dalam tangki akan meningkatkan oksidasi, kontaminasi partikel, dan meningkatkan kadar air. Faktor-faktor pengotor ini akan mempengaruhi baik stabilitas dan juga kualitas dari bahan bakar. Untuk membatasi pengaruh udara di dalam tangki, dianjurkan kepada pengelola bahan bakar agar tidak menyimpan biodiesel di dalam tangki yang tidak digunakan filter pengering pada *vent* untuk mengurangi kelembaban dan kontaminasi partikel (pengotor).

3. Kontaminasi Air

Biodiesel sangat rentan terhadap masalah-masa!ah yang berhubungan dengan air. Filter pengering pada *vant* akan sangat mangurangi kondensasi di dalam tangki dan sangat dianjurkan. Pada praktek lapangan, dianjurkan untuk dibuatkan pengumpul minyak yang terbuang *(sump drain)* di bagian bawah tangki.

Air bebas dan air yang tertangkap, keduanya akan memacu terjadinya bahan bakar melalui: kondensasi, terbawa dari sistem distribl..!si bahan bakar atau kebocoran melalui tutup lubang pengisian, katup (valve) atau pipa *overflow.*

Selain mempercepat perusakan produk bahan bakar, air juga menciptakan media pertumbuhan yang subur untuk kontaminasi mikroba. Aktivitas mikroba, surfaktan, alkohol, partikel, dan aditif yang tidak bagus lainnya, mungkin penyebabnya adalah masalah air yang terjebak dalam biodiesel.

Karena kurang baiknya desain tangki, penghilangan kadar air dapat menjadi hampir tidak mungkin. Untuk itu, sangat penting mengambil langkah-langkah pencegahan masuknya air ke dalam tangki penyimpanan biodiesel. Jika sistem penyimpanan termasuk dalam kategori ini,

sebaiknya konsultasikan desain tangki yang sudah ada dengan ahli desainer tangki yang sudah biasa menangani tangki penytmpanan bahan bokor untuk mengoptimolkon tangki yang sudah ada.

4. Kontaminasi Mikroba

Biosida/anti mikroba dianjurkan untuk bahan bakar konvensional dan biodiesel dimana tumbuhnya mikroba dalam bahan bakar menjadi sebuah masalah. Jika kontaminasi mikroba menjadi masalah, kontaminasi air dan endapan harus dikontrol. Cara yang paling mudah dan jitu adalah dengan program kebersihan tangki yang baik, yang bertujuan untuk menjaga bahan bakar bersih dan kering.

Gambar 6. 6 Instalasi Tangki Stabilitas Penyimpan Di Dalam Ruangan

Gambar 6. 7 Konstruksi Dan Instalasi Tangki Stabilitas Penyimpan Di Luar Ruangan

Gambar 6. 8 Tangki Pengujian Stabilitas PenyimpananBiodiesel yang Ditimbun

Gambar 6. 9 Tangki pengujian stabilitas penyimpanan biodiesel diatas permukaan tanah

Pada Seminar Kajian Teknis Dan Uji Pemanfaatan Biodiesel (B20) Pada Kendaraan Bermotor Dan Alat Berat yang diselenggarakan pada tahun 2015 oleh lemigas terkait penyimpanan biodiesel adalah sebagai berikut:

1) asam dan viskositas bahan bakar biodiesel meningkat seiring lamanya penyimpanan. Untuk B10 dan B20 peningkatan bilangan asam dan viskositas masih Bilangan dibawah batasan mutu. B 100 pengujian bilangan asam menunjukan hasil yang melampui

batasan mutu terutama pada kondisi penyimpan di luar dan pada suhu 43OC sedang viskositas dan stabilitas oksidasi masih memenuhi batasan mutu pada berbagai kondisi penyimpanan

2) Periode waktu penyimpanan biodiesel akan mempengaruhi karateristik fisika kimia dari biodiesel. Semakin lama biodiesel disimpan, asam lemak bebas yang tersisa dalam biodiesel akan terurai kembali akibat teroksidasi. Naiknya kandungan asam lemak bebas menyebabkan biodiesel akan semakin kental dan viskositas naik.
3) Kondisi penyimpan pada temperatur diatas temperatur ambien dan terkena cahaya matahari lebih mempercepat terjadinya degradasi menyebabkan terjadinya penurunan kualitas biodiesel.

Bacaan 3. Pencampuran Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar yang berwarna kekuningan yang viskositasnya tidak jauh berbeda dengan minyak solar, oleh karena itu campuran biodiesel dengan minyak solar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar minyak solar tanpa merusak atau memodifikasi mesin. Selain itu tenaga dan unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar minyak solar juga tidak berubah. Meskipun demikian spesifikasi biodiesel yang akan dicampur atau dimanfaatkan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, karena standar tersebut dapat memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati sempurna, artinya bebas gliserol, katalis, alkohol dan asam lemak bebas.

Sebelum terjadinya substitusi penuh pada bahan bakar kendaraan, maka dilakukan pencampuran (*blending*) secara bertahap. Ada beberapa alasan yang mendasari pilihan strategi pemakaian campuran biodiesel ini, di antaranya adalah:

1. Masih belum tercapainya nilai keekonomian dari pembuatan biodiesel ini di banyak negara (dukungan pemerintah masih terus dilakukan untuk membantu industri biodiesel ini untuk tetap beroperasi dan terus berkembang).

2. Masih terbatasnya kapasitas pembuatan biodiesel dan juga minimnya realisasi pembuatan.

Pencampuran biodiesel dengan hidrokarbon konvensional berbahan dasar dari diesel merupakan produk umum yang didistribusikan untuk penggunaan bahan bakar diesel di pasaran. Di dunia menggunakan sistem yang dikenal sebagai dengan faktor "B" untuk menyatakan jumlah bilangan pencampuran biodiesel.Biodiesel merupakan bahan bakar yang stabil, bersifat mengurangi tingkat emisi gas buang, bercampur secara sempurna dengan minyak diesel mineral (solar) dan bekerja dengan baik pada semua jenis mesin diesel. Selain mengurangi emisi keunggulan biodiesel yang utama adalah tidak diperlukan modikasi mesin untuk menjalankan mesin disel. Biodiesel dapat dituang langsung kedalam tangki bahan bakar kendaraan.

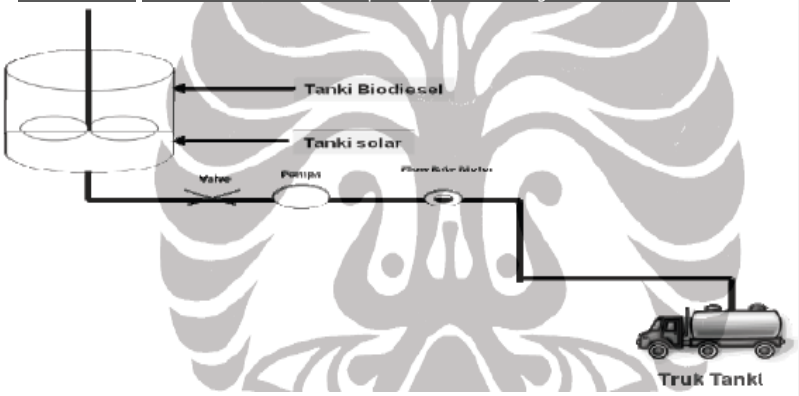
Biodiesel biasanya digunakan dalam bentuk campuran dengan minyak diesel. Biodiesel campuran atau BXX merupakan bahan bakar yang terdiri dari XX% biodiesel dan (100-XX)% minyak diesel). Contohnya adalah B100 merupakan biodiesel murni, sedangkan B30 merupakan campuran 30% biodiesel dan 70% minyak diesel. Pada prinsipnya biodiesel murni maupun campuran dapat digunakan pada semua jenis mesin diesel/kompresi termasuk kendaraan penumpang, truk, traktor, kapal, genset dan mesin industri lainnya.

Pada umumnya biodiesel dicampurkan ke dalam minyak solar melalui beberapa metoda yakni:

1) *Splash Blending*

   Biodiesel dan solar dimasukkan kedalam suatu vessel secara terpisah. Aksi pencampuran terjadi pada saat agitasi dan pada tanki saat pengiriman ke pengguna.

Gambar 6. 10 Ilustrasi Pencampuran *Splash Blending*

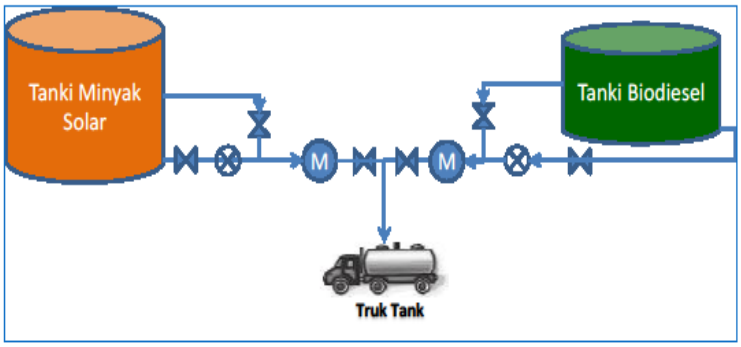


(Sumber ; R Agung Wijono 2010)

2) *Inline Blending*

Biodiesel ditambahkan ke aliran pipa diesel oil secara proportional sesuai dengan rasio blending yang dikehendaki. Aksi pencampuran terjadi dalam pipa dan selama bercampur pada saat pengiriman

Gambar 6. 11 Ilustrasi Pencampuran *Inline Blending*



(Sumber : Kementerian ESDM, 2013)

3) Intank Blending

Biodiesel dan diesel oil dimasukkan dalam suatu vessel secara simultan dari dua sumber yang terpisah tapi dengan tekanan dan flow rate yang tinggi sehingga tidak lagi memerlukan agitasi. Aksi pencampuran berlanjut pada saat pengiriman. Homogenitas sering kali dipertanyakan dalam metode ini. Untuk itu pengambilan sample density harus dilakukan.

Gambar 6. 12 Ilustrasi Pencampuran *Intank Blending*

(Sumber ; R Agung Wijono 2010)

Kewajiban minimal pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai campuran bahan bakar diatur pertama kali melalui Peraturan Menteri (Permen) ESDM No. 32 tahun 2008. Peraturan tersebut berlaku di berbagai sektor, termasuk biodiesel untuk transportasi. Target Peraturan tersebut yakni pencapaian pemanfaatan biodiesel hingga 20% (B20) pada tahun 2025 untuk seluruh sarana transportasi, baik PSO (*Public Service Obligation* atau disubsidi) maupun Non-PSO.

Tahun 2014, dikeluarkan Permen ESDM No. 20 untuk mengubah Permen ESDM No. 32 Tahun 2008. Perubahan ini meningkatkan target pemanfaatan *biofuel*, terutama biodiesel. Untuk sektor transportasi, bioetanol dan minyak nabati murni hanya ditargetkan minimal penggunaan campuran 20% pada tahun 2025. Sedangkan penggunaan biodiesel ditargetkan minimal 20% pada tahun 2016 dan 30% (B30) pada tahun 2025. Berikut adalah pentahapan kewajiban minimal pemanfaatan BBN Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No. 20 Tahun 2014

Tabel 6. 3 Pentahapan Kewajiban Minimal Pemanfaatan Biodiesel (B100) sebagai Campuran Bahan Bakar Minyak

Jenis sektor	Januari 2014	Januari 2015	Januari 2016	Januari 2020	Januari 2025	Keterangan
Rumah Tangga	-	-	-	-	-	Saat ini tidak ditentukan
Usaha Mikro, Usaha Perikanan, Usaha Pertanian, Transportasi, dan Pelayanan Umum (PSO)	10%	10%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Transportasi Non PSO	10%	10%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Industri dan Komersial	10%	10%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Pembangkit Listrik	20%	25%	30%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total

Sumber : Permen ESDM No. 25 tahun 2013

Tabel 6. 4 Realisasi Mandatory Pemanfaatan Biodiesel

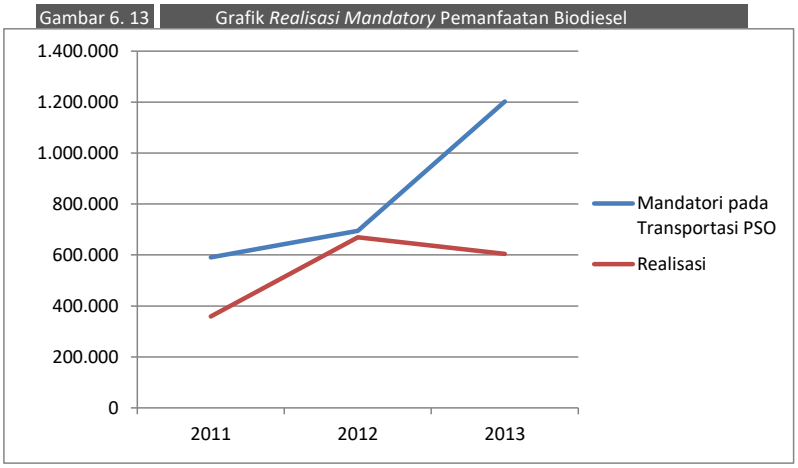
	2011 (KL)	**2012 (KL)*)**	**2013 (KL)****
Mandatori***)	1.297.000	1.641.000	2.017.000
Mandatori pada Transportasi PSO	590.650	694.440	1.202.250
Realisasi	358.812	669.398	604.188
Persentase	60,75%	96,39%	50,25%

*) Persentase pencampuran Biodiesel pada solar sebesar 7,5% sejak tanggal 15 Februari 2012

**) Realisasi s.d. 30 september 2013. Sejak 1 September 2013 pencampuran Biodiesel pada solar menjadi 10%

***)Target mandatory pemanfaatan BBN sesuai dengan Renstra Kementrian ESDM untuk semua sector

Gambar 6. 13 Grafik *Realisasi Mandatory* Pemanfaatan Biodiesel



Menurut Kementrian ESDM, total penghematan devisa negara dari pemanfaatan biodiesel kelapa sawit 10% (B10) pada tahun 2013 dapat mencapai 831 juta USD. Diperkirakan, saat diwajibkannya penggunaan B20, penghematan devisa negara bisa mencapai dua kali lipatnya.

konsentrasi tertinggi pencampuran biodiesel dengan minyak solar yang sering diterapkan tanpa perubahan atau memodifikasi mesin adalah B20, sedangkan konsentrasi B100 walaupun juga dapat diterapkan namun secara ekonomi masih mahal dan masih terjadi beberapa kendala. Beberapa karakteristik dari bio-diesel (B100) adalah sebagai berikut.

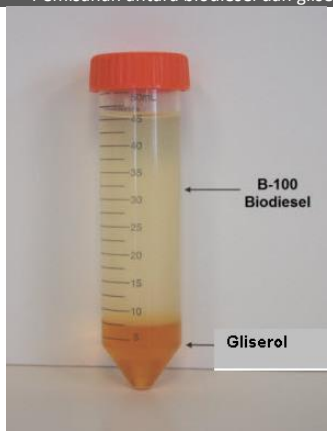
- Kandungan sulfur kurang dari 15 ppm
- Bebas aromatik
- Angka cetane yang tinggi (lebih dari 50)
- Lubrikasi yang tinggi (lebih dari 6000 gram BOCLE)
- Bisa terdegradasi secara alami
- Tidak bersifat karsinogen
- Flash point yang tinggi (lebih dari 127 oC)

- Nilai kalor 8% lebih rendah dari solar.
- Pelarut yang baik (melarutkan sedimen)
- Berpengaruh pada selang dan gasket karet mobil yang dibuat sebelum tahun 1993.
- Diperlukan pemanasan pada tangki penyimpanan bio-diesel pada musim dingin.

Bacaan 4. Pemanfaatan Limbah Proses Pembuatan Biodiesel

Pembuatan biodiesel yang kita kenal saat ini masih mengunakan rute konvensional yaitu transesterifikasi minyak nabati dengan pereaksi methanol. Sintesa *fatty acid methyl ester* (FAME**)** atau metil ester asam lemak yang dikenal awam sebagai biodiesel senantiasa menghasilkan senyawa sampingan yaitu gliserol**.** untuk setiap 3 mol FAME, bakal turut terbentuk juga 1 mol gliserol. Perhitungan kasarnya bisa demikian, 100 kg gliserol akan terbentuk untuk setiap pembuatan 1000 kg biodiesel.

Gambar 6. 14 Pemisahan antara biodiesel dan gliserin



Gliserin merupakan produk samping proses pembuatan biodiesel yang bernilai ekonomis tinggi yang dapat dijual dalam keadaan mentah (*crude glycerin*) atau gliserin yang telah dimurnikan. Pemurnian gliserin akan lebih sulit jika terbentuk sabun hasil reaksi asam lemak bebas dengan basa. Banyak industri menggunakannya sebagai zat tambahan (aditif) dalam produk-produk rumah tangga dan kecantikan semacam sabun, shampo, kosmetik, atau bahkan sebagai bahan baku pembuatan bahan peledak. Tapi tetap saja

kebutuhan gliserol di dunia terbatas dan ada kemungkinan bakal terjadi kelebihan pembuatan gliserol di seluruh dunia. Gliserol bisa digolongkan sebagai senyawa tidak berbahaya bagi alam dan manusia tapi jika jumlahnya sudah melampaui ambang kebutuhan, tentu saja bisa menjadi masalah. Oleh karena itu, para ilmuwan dan industriawan bergiat mencari cara untuk mengubah dan meningkatkan nilai ekonomi dari sekedar gliserol menjadi senyawa lain yang lebih berguna.

Proses pemurnian gliserol harus dilakukan untuk meningkatkan derajat kemurnian gliserol sebelum digunakan. Yong *et al.* (2001) melakukan pemurnian gliserol yang diperoleh dari industri metil ester minyak inti sawit melalui proses destilasi sederhana pada suhu 120oC – 126oC, tekanan 4,0 x 10-1 - 4.0 x 10-2 mbar dan kemudian didinginkan pada suhu 8^{o}C. Proses pemurnian ini berhasil meningkatkan kemurnian gliserol dari 50,4% menjadi 96,6%. Adanya penggunaan panas pada proses destilasi metode tersebut menyebabkan meningkatnya biaya pemurnian gliserol yang tidak sebanding dengan nilai ekonomi yang diperoleh. Proses peningkatan kemurnian gliserol yang lebih sederhana dan relatif lebih murah dilakukan oleh Farobie (2009) dengan cara mereaksikan gliserol kasar dengan sejumlah asam fosfat sampai terbentuk endapan garam kalium fosfat. Tujuan utama proses ini adalah untuk menetralkan sisa katalis basa (KOH) dengan asam fosfat. Proses ini berhasil meningkatkan kemurnian gliserol dari 50% menjadi 80%. Proses ini juga menghasilkan produk samping berupa garam kalium fosfat yang dapat digunakan sebagai pupuk. Selain garam kalium fosfat, produk lain yang dihasilkan pada saat pemurnian gliserol dengan menggunakan metode ini adalah asam lemak. Selain dipembuatan melalui transesterifikasi minyak dan lemak, gliserol juga dipembuatan melalui proses pembuatan dari alil klorida, propene oksida, proses fermentasi dari gula dan proses hidrogenasi karbohidrat. Beberapa proses non komersial lainnya yang memungkinkan terbentuknya gliserol adalah *photoproduction* dari biomassa, sintetis hidrogenasi katalitik karbon dioksida, serta proses pembuatan gliserol sintetis dari molase yang terhenti sejak tahun 1969. Gliserol yang dihasilkan baik dari proses transesterifikasi minyak dan lemak maupun yang disintesis dengan berbagai proses tersebut di atas merupakan bahan baku utama pemurnian gliserol harus dilakukan untuk

meningkatkan derajat kemurnian gliserol sebelum digunakan. Yong *et al.* (2001) melakukan pemurnian gliserol yang diperoleh dari industri metil ester minyak inti sawit melalui proses destilasi sederhana pada suhu 120^{o}C – 126^{o}C, tekanan 4,0 x 10-1 - 4.0 x 10-2 mbar dan kemudian didinginkan pada suhu 8oC. Proses pemurnian ini berhasil meningkatkan kemurnian gliserol dari 50,4% menjadi 96,6%. Adanya penggunaan panas pada proses destilasi metode tersebut menyebabkan meningkatnya biaya pemurnian gliserol yang tidak sebanding dengan nilai ekonomi yang diperoleh. Proses peningkatan kemurnian gliserol yang lebih sederhana dan relatif lebih murah dilakukan oleh Farobie (2009) dengan cara mereaksikan gliserol kasar dengan sejumlah asam fosfat sampai terbentuk endapan garam kalium fosfat. Tujuan utama proses ini adalah untuk menetralkan sisa katalis basa (KOH) dengan asam fosfat. Proses ini berhasil meningkatkan kemurnian gliserol dari 50% menjadi 80%. Proses ini juga menghasilkan produk samping berupa garam kalium fosfat yang dapat digunakan sebagai pupuk. Selain garam kalium fosfat, produk lain yang dihasilkan pada saat pemurnian gliserol dengan menggunakan metode ini adalah asam lemak. Selain dipembuatan melalui transesterifikasi minyak dan lemak, gliserol juga dipembuatan melalui proses pembuatan dari alil klorida, propene oksida, proses fermentasi dari gula dan proses hidrogenasi karbohidrat. Beberapa proses non komersial lainnya yang memungkinkan terbentuknya gliserol adalah *photoproduction* dari biomassa, sintetis hidrogenasi katalitik karbon dioksida, serta proses pembuatan gliserol sintetis dari molase yang terhenti sejak tahun 1969. Gliserol yang dihasilkan baik dari proses transesterifikasi minyak dan lemak maupun yang disintesis dengan berbagai proses tersebut di atas merupakan bahan baku utamadan pendukung yang digunakan dalam berbagai industri. National Biodiesel Board (2010) menyatakan bahwa gliserol paling banyak digunakan di enam bidang industri yaitu industri makanan dan minuman, farmasi, kosmetika, rokok, kertas dan percetakan serta industri tekstil. Gliserol digunakan baik sebagai bahan baku proses, bahan antara dan sebagai bahan tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas suatu produk. Rincian penggunaan gliserol di berbagai macam industri dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 6. 5 Macam-macam Penggunaan Gliserol di Industri

Bidang Industri	Fungsi	Produk
Makanan dan minuman	Pelembab, pemanis dan pengawet intermediet	Minuman ringan, permen, kue, pelapis daging dan keju, makanan hewan peliharaan, margarin, salad, makanan beku dan kemasan makanan.
Farmasi	Pelembut, media	Kapsul, obat infeksi, anestesi, obat batuk, pelega tenggorokan, obat kulit, antiseptik dan antibiotik.
Kosmetika dan toiletris	Pelembab, pelembut	Pasta gigi, krim dan lotion kulit, lotion cukur, deodorant, *make up*, lipstik dan maskara.
Kertas dan pencetakan	Pelembut, mencegah penyusutan	Kertas minyak, kemasan makanan, kertas cetakan tinta
Tekstil	Pemasti ukuran, pelunak,	Kain, serat dan benang
Lain—lain	Pelumas, pelicin, pelapis, menambah fleksibilitas,	Kemasan resin, plastik, karet, busa, dinamit, komponen radio dan lampu neon

Bacaan 5. Konsep Pemasaran

Kegiatan pemasaran (*marketing*) menyentuh setiap sendi kehidupan manusia. Melalui sarana pemasaran (*marketing*), produk dan jasa yang menciptakan standar hidup dikembangkan dan disuguhkan kepada masyarakat. *Marketing* mencakup banyak kegiatan, mulai dari riset pemasaran, pengembangan produk, distribusi, periklanan, dan lainnya. Pemasaran memadukan beberapa kegiatan yang dirancang untuk melayani dan memenuhi kebutuhan konsumen dalam upaya mencapai tujuan perusahaan. Keberhasilan perusahaan pada dasarnya adalah keberhasilan dalam pemasarannya.

Pengertian pemasaran

> Pemasaran adalah suatu proses sosial dan manajerial yang di dalamnya individu dan kelompok mendapatkan apa yang mereka butuhkan dan inginkan dengan menciptakan, menawarkan, dan mempertukarkan produk yang bernilai dengan pihak lain.

Pengertian tersebut bersandar pada konsep inti pemasaran, yang meliputi: kebutuhan (*needs*), keinginan (*wants*) dan permintaan (*demands*); produk (barang, jasa, dan gagasan); nilai, biaya, dan kepuasan; pertukaran dan transaksi; hubungan dan jaringan; pasar; serta pemasar dan prospek. Manajemen pemasaran adalah penganalisaan, perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan program-program yang bertujuan menimbulkan pertukaran dengan pasar yang dituju dengan maksud untuk mencapai tujuan perusahaan.

Tujuan akhir pemasaran berhubungan erat dengan tujuan perusahaan secara keseluruhan. Untuk mencapai tujuannya, pihak perusahaan menitikberatkan kepada kepuasan pelanggan, memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan, menyediakan barang atau jasa, distribusi, diferensiasi produk, dan lain sebagainya. Karakteristik yang mempengaruhi perilaku pelanggan secara garis besar dibedakan menjadi dua yaitu karakteristik secara khusus berkaitan dengan faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup: gengsi dan pengakuan, persepsi, motivasi, kepribadian dan emosi. Faktor eksternal mencakup: demografi dan gaya hidup, budaya, subkultur, kelas sosial, referensi group dan keluarga, serta faktor strategi marketing**.** Karakteristik secara umum antara lain:jenis kelamin, usia/umur, agama/kepercayaan, budaya, pendidikan, dan pendapatan.

Yang dimaksud dengan pasar adalah sebagai berikut:

> Pasar adalah suatu institusi atau badan yang menjalankan aktivitas jual-beli barang dan jasa.

Secara formal, Pada pasar tersebut produsen dan konsumen bertemu dan berkominukasi. Melalui mekanisme pasar produsen mengajukan penawaran (*supply*) atas produknya dan melalui mekanisme pasar pula konsumen mengajukan permintaan (*demand*). Pengertian pasar dapat diperluas lagi menjadi pasar konkrit dan pasar abstrak. Pasar konkrit adalah suatu tempat yang tertentu di mana penjual dam pembeli bertemu untuk saling menawar. Pasar abstrak ialah setiap kegiatan pertemuan di manapun baik langsung maupun tidak langsung yang turut menentukan terjadinya harga. Mengingat luasnya ruang lingkup pasar, maka pembagian pasar didasarkan atas berbagai ukuran sebagai berikut:

a) Berdasarkan ukuran luas geografis: pasar lokal, pasar regional, pasar internasional;
b) Berdasarkan ukuran waktu: pasar harian, pasar jangka pendek (*short run market*), pasar jangka panjang (*long run market*);
c) Berdasarkan kegiatannya: pasar barang, pasar tenaga.
Bagi perusahaan memahami pasar sangatlah penting karena tanpa adanya pasar, produk tidak akan sampai ke tangan konsumen.
Segmentasi pasar adalah pembagian suatu pasar yang heterogen kedalam satuan-satuan pembeli yang homogen, di mana kepada setiap satuan pembeli yang homogen tersebut dijadikan sasaran pasar yang dicapai dengan *marketing mix* tersendiri. Maksud dan tujuan segmentasi pasar ialah pasar lebih mudah dibedakan; pelayanan kepada pembeli menjadi lebih baik; strategi pemasaran menjadi lebih mengarah.

Produk merupakan segala sesuatu yang dapat ditawarkan produsen untuk diperhatikan, diminta, dicari, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi pasar sebagai pemenuhan kebutuhan atau keinginan pasar yang bersangkutan. Produk yang ditawarkan tersebut meliputi barang fisik, jasa, orang atau pribadi, tempat, organisasi, dan ide. Produk memiliki 5 tingkatan/level yang terdiri dari: produk utama/inti (*core benefit*), produk generik, harapan (*expected product*), produk pelengkap (*augmented product*), dan produk potensial. Selain tingkatan/level, produk juga memiliki suatu hirarki yang meliputi: *need family*, *produk family*, kelas produk (*product class*), lini produk (*product line*), tipe produk (*product type*), merek (*brand*), dan item. Klasifikasi produk bisa dilakukan atas berbagai macam sudut pandang. Berdasarkan berwujud tidaknya, produk dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu:
a) Barang yang terdiri dari barang tidak tahan lama dan barang tahan lama; dan
b) Jasa
Selain berdasarkan daya tahannya, produk umumnya juga diklasifikasikan berdasarkan siapa konsumennya dan untuk apa produk tersebut dikonsumsi. Berdasarkan kriteria ini, produk dapat dibedakan menjadi barang konsumen *(consumer's goods)* yang meliputi *convenience goods, shopping goods, specialty goods, dan unsought goods*; dan barang

industri *(industrial's goods)* yang meliputi *materials and parts, capital items, dan supplies and services.*

Harga adalah sejumlah uang yang ditentukan perusahaan berdasarkan kalkulasi biaya yang dikeluarkan seperti biaya pembuatan atau biaya mendapatkan produk, biaya marketing, biaya operasional, keuntunganyang diinginkan perusahaan dan sesuatu yang lain yang diadakan perusahaan untuk memuaskan keinginan konsumen. Dalam dunia bisnis harga mempunyai banyak nama, sebagai contoh dalam dunia perdagangan produk disebut harga, dalam dunia perbankan disebut bunga, dalam bisnis jasa akuntansi, konsultan disebut *fee*, biaya transportasi disebut *taxi*, biaya telepon disebut *tarif*, sedangkan dalam dunia asuransi disebut *premi*. Tujuan penetapan harga adalah memaksimalkan penjualan dan penetrasi pasar; mempertahankan kualitas atau diferensiasi pelayanan; mendapatkan atau memaksimalkan keuntungan; mendapatkan atau merebut pangsa pasar; menjaga kelangsungan hidup kegiatan operasional; balik modal (ROI/*Return On Investment*).

Secara garis besar, pendistribusian dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan). Distribusi barang dibedakan antara saluran untuk memindahkan hak kepemilikan barang, dan saluran untuk memindahkan barang secara fisik. Jika yang pertama berhubungan dengan saluran distribusi (*channel of distribution*), maka yang kedua merupakan kegiatan-kegiatan yang disebut distribusi fisik (*physical distribution*).

Distribusi fisik adalah segala kegiatan untuk memindahkan barang dalam kuantitas tertentu, ke suatu tempat tertentu, dan dalam jangka waktu tertentu. Fungsi-fungsi dalam distribusi fisik meliputi: *transportation*, *storage* dan *warehousing*, *inventory central*, *material handling*, *borderprocessing*, dan *protective packaging*. Perusahaan-perusahaan yang membantu dalam proses distribusi fisik disebut fasilitator atau *facilitating agencies.* Fasilitator ini dapat meliputi perusahaan transportasi, perusahaan asuransi, perusahaan yang menyewakan gudang (*public and private warehouse*), perusahaan pembiayaan, dan sebagainya. Perlu diperhatikan bahwa fasilitator bukanlah anggota di dalam suatu saluran distribusi.

Pemasaran modern memerlukan lebih dari sekedar mengembangkan produk yang baik, menawarkannya dengan harga yang menarik**,** dan membuatnya mudah didapat oleh pelanggansasaran. Perusahaan harus juga berkomunikasi dengan para pelanggan yang ada sekarang dan pelanggan potensial, pengecer, pemasok, pihak-pihak yang memiliki kepentingan pada perusahaan tersebut, dan masyarakat umum.

Salah satu keputusan pemasaran tersulit yang dibadapi oleh perusahaan-perusahaan adalah berapa besar yang perlu dibelanjakan untuk promosi. Terdapat empat metode utama digunakan dalam menyusun anggaran promosi. Pertama, metode sesuai kemampuan *(affordable method)* yaitu menetapkan anggaran promosi berdasarkan kemampuan perusahaan. Kedua, metode persentase penjualan *(percentage-of-sales method)* yaitu menetapkan pengeluaran promosinya berdasarkan persentase tertentu dari penjualan (baik penjualan saat ini maupun yang diantisipasi) atau dari harga jual. Ketiga, metode keseimbangan-persaingan *(competitive-parity method)* yaitu menetapkan anggaran promosi untuk mencapai keseimbangan pangsa suara dengan para pesaing. Dan yang terakhir adalah metode tujuan-dan-tugas *(objective-and-task method)* yaitu mengembangkan anggaran promosi dengan mendefinisikan tujuan spesifik, menentukan tugas-tugas yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut, dan memperkirakan biaya untuk melaksanakan tugas-tugas tersebut. Perusahaan harus mendistribusikan total anggaran promosi untuk lima alat promosi yang meliputi periklanan, promosi penjualan, hubungan masyarakat dan publisitas, wiraniaga, dan pemasaran langsung. Promosi berkaitan dengan upaya untuk mengarahkan seseorang agar dapat mengenal produk perusahaan, lalu memahaminya, berubah sikap, menyukai, yakin, kemudian akhirnya membeli dan selalu ingat akan produk tersebut. Tujuan utama dari promosi adalah menginformasikan, mempengaruhi dan membujuk, serta mengingatkan pelanggan sasaran tentang perusahaan dan bauran pemasarannya. Secara umum bentuk-bentuk promosi memiliki fungsi yang sama, tetapi bentuk-bentuk tersebut dapat dibedakan berdasarkan tugas-tugas khususnya. Beberapa tugas khusus itu atau sering disebut bauran promosi (*promotion mix*, *promotion blend*, *communication mix*) meliputi: *personal selling*, *mass selling*, promosi penjualan, *public relations* (hubungan masyarakat), *direct marketing*. Untuk mencapai tujuan dari promosi diperlukan strategi promosi di mana strategi promosi

berkaitan dengan masalah-masalah perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian komunikasi persuasif dengan pelanggan. Faktor-faktor yang mempengaruhi bauran promosi meliputi: faktor produk, faktor pasar, faktor pelanggan, faktor anggaran, faktor bauran pemasaran.

Pengertian pemasaran

> Perencanaan pemasaran *(marketing planning)* adalah suatu bagan dari suatu desain untuk mencapai suatu tujuan.

Tujuannya adalah untuk menciptakan nilai bagi konsumen dalam kondisi tetap menguntungkan perusahaan, atau dalam konsep pemasaran saat ini, suatu hubungan yang saling menguntungkan. Hal ini membawa kita pada titik awal dalam perencanaan pemasaran suatu pemahaman atas perbedaan antara strategi dan taktik.

Pengertian strategi dan taktik

> Strategi *(strategy)* menjelaskan arah yang akan dituju perusahaan dan menuntun pengalokasian sumber daya dan upaya

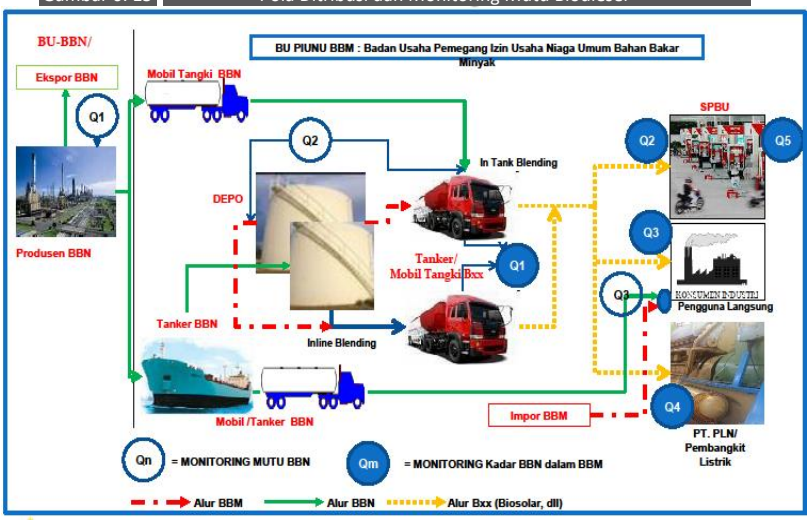
> Taktik *(tactics)* adalah tindakan jangka pendek yang dilakukan untuk menerapkan strategi yang lebih luas

Suatu rencana strategis harus berisikan beberapa hal sebagai berikut: Pernyataan misi, Ringkasan keuangan yang berisikan pendapatan, biaya, aliran uang, dan laba yang harus dicapai pada periode yang direncanakan. Ringkasan faktor-faktor eksternal utama yang mempengaruhi kinerja pemasaran perusahaan selama tahun sebelumnya bersama dengan suatu pernyataan kekuatan dan kelemahan perusahaan dalam persaingan yang dihadapi.

Ini disebut dengan analisis SWOT (*strengths*, *weakness*, *opportunities*, *threats*), Daftar asumsi-asumsi tentang penentu utama keberhasilan dan kegagalan pemasaran, Tujuan dan strategi pemasaran keseluruhan. Strategi untuk menciptakan sumber daya yang dibutuhkan untuk menerapkan program penciptaan nilai bagi konsumen. Program pemasaran yang berisikan rincian waktu, tanggung jawab, dan biaya-biaya disamping peramalan penjualan anggaran.

Sedangkan komponen perencanaan pemasaran meliputi: ringkasan eksekutif, situasi pemasaran saat ini yang terdiri dari: situasi pasar, situasi produk, situasi pesaing, situasi lingkungan makro, analisis peluang/ancaman, analisis kekuatan/kelemahan, analisis masalah. Sasaran yang terdiri dari: sasaran keuangan, sasaran pemasaran. Strategi pemasaran, Program kerja, Proyeksi rugi laba, dan Pengawasan.

Gambar 6. 15 Pola Ditribusi dan Monitoring Mutu Biodiesel



(Sumber informasi buku teknis biodiesel, kementerian ESDM 2013)

Para ahli mengatakan bahwa untuk bahwa penggunaan biodiesel dapat menjadi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang selama ini digunakan, maka biodiesel tersebut tidak terlepas dari minyak sawit atau CPO dan minyak nabati lainnya yang merupakan salah satu bahan baku penghasil biodiesel yang dapat diperbaharui melalui sektor perkebunan.

Selama harga biodiesel relatif masih lebih mahal dibandingkan dengan energi konvensional, bisnis biodiesel kurang diminati oleh masyarakat. Untuk itu perlu dibuat kebijakan untuk mendorong pengembangan usaha pemanfaatan biodiesel dalam rangka meningkatkan upaya komersialisasi, sebagai berikut:

1) Memberikan keringanan pajak bahan bakar biodiesel.
2) Memberikan kredit lunak dan keringanan pajak impor/bea masuk fasilitas pengolahan biodiesel.
3) Meningkatkan fabrikasi peralatan biodiesel melalui lisensi, kerjasama ventura dan perakitan. Teknologi biodiesel pada umumnya masih diimpor sehingga harganya mahal dan karena tergantung dengan kurs mata uang asing yang menyebabkan harganya di dalam negeri dapat berfluktuasi sesuai dengan fluktuasi rupiah. Untuk mengatasi hal tersebut, upaya peningkatan fabrikasi peralatan di dalam negeri harus ditingkatkan.
4) Mengembangkan pola pembiayaan seperti kredit usaha kecil. Pola pendanaan ini dimaksudkan untuk membantu pengembang melalui pemberian modal awal dengan tingkat suku bunga yang relatif rendah.
5) Menerapkan kewajiban pelaku energi untuk memanfaatkan biodiesel.

Harga biodiesel yang belum dapat bersaing dengan energi konvensional mengakibatkan masyarakat lebih tertarik menggunakan energi konvensional, sehingga peranan biodiesel dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat sangat rendah. Kewajiban untuk memanfaatkan biodiesel tersebut dilakukan agar pangsa biodiesel dalam pencampuran energi meningkat antara lain mewajibkan perusahaan penyediaan listrik memanfaatkan biodiesel untuk pembangkit listrik. Perlu segera dirancang sistem insentif untuk mendorong dunia usaha yang bergerak di bidang biodesel. Insentif dapat berupa kemudahan perizinan, subsidi, dan keringanan pajak.

Kendala dalam pengembangan biodiesel adalah sebagai berikut:

1) Menyangkut harga pokok CPO yang tinggi di pasar dunia sehingga harga biodiesel cenderung lebih mahal dibanding BBM jenis solar. Untuk mengolah satu liter CPO menjadi biodiesel dibutuhkan biaya tambahan sebesar Rp 2.000. Dengan harga CPO

Rp 8.000 per liter maka harga pemasaran biodiesel kepada konsumen di atas Rp 10.000 per liter, sedangkan BBM jenis solar harganya dibawah itu.(berita daerah medan 2011)

2) Adanya subsidi BBM jenis solar kepada masyarakat sehingga, masyrakat lebih memilih BBM jenis solar dari pada biodisel, kerena harga biodisel lebih mahal.
3) Tidak adanya subsidi dari pemerintah kepada pengolah/pembuat biodisel. Biodiesel belum memiliki sistem pasar yang terstruktur dan tertata dengan rapi seperti manajemen pemasaran BBM oleh Pertamina.
4) Masih minimnya pemahaman di tengah masyarakat karena kurangnya sosialisasi mengenai biodiesel sehingga muncul stigma yang menyatakan bahwa BBM yang berasal dari fosil lebih baik bagi kendaraan bermotor dibanding biofuel.
5) Masih kurangnya pengembangan dan penggunaan biodiesel juga diakibatkan belum adanya infrastruktur kelembagaan, sehingga biodiesel belum tersentuh pelaku pasar bahan bakar transportasi atau karena belum mengerti manfaat ekonomi makro.

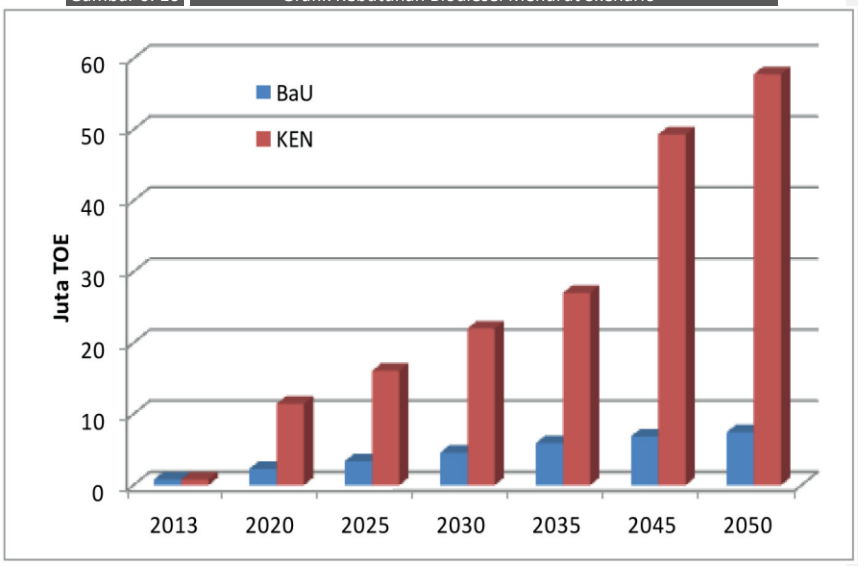
Beberapa hal inilah yang menjadi kendala utama pengembangan biodiesel di Indonesia, padahal biodiesel merupakan biomassa dan satu-satunya yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar cair mesin diesel. Walaupun demikian akhir-akhir ini total kapasitas pembuatan biodiesel di Indonesia sudah mencapai lebih dari satu juta ton per tahun yang telah dipasarkan ke luar negeri (ekspor) oleh kalangan swasta. di luar negeri hingga kini pasar biodiesel cukup menjanjikan dibandingkan pasar dalam negeri, hal ini dikarenakan negara kita belum serius untuk mengembangkan biodiesel, padahal pembuatan CPO Indonesia saat ini sebesar 17,2 juta ton per tahun dan jika 30 persen saja diolah jadi biodiesel maka bisa menghasilkan 5,7 juta ton biodiesel(berita daerah medan 2011).

2. Peluang Pasar

Biodiesel mulai dipasarkan secara komersial di Indonesia sejak tahun 2006 berupa biosolar. Mulai dari SPBU-SPBU kawasan JABODETABEK, kemudian diperluas seluruh jawa, dan pada tahun 2012 Pertamina sudah merambah pemasaran biosolar ini ke Kalimantan Barat. Sedangkan target tahun 2013 biosolar akan dijual di Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur dan sebagian Sulawesi.Selain kebutuhan dalam negeri biofuels juga diekspor ke negara

luar, 90 % dieksport ke Negara Eropa, sementara ke negara-negara lain seperti Amerika Serikat hanya sebanyak 30.000 ton pertahun dan Korea 2.000 ton pertahun. Volume pembuatan untuk eksport biofuel asal Indonesia mencapai 1,5 juta ton pada tahun 2012. Mengalami kenaikan dari sekitar 1 juta ton tahun sebelumnya. Berikut adalah grafik perkiraan kebutuhan biodiesel di Indonesia.

Gambar 6. 16 Grafik Kebutuhan Biodiesel Menurut Skenario



Sistem pengangkutan dan penyimpanan biodiesel adalah sebagai berikut

Gambar 6. 17 Pengangkutan dan Penyimpanan Biodiesel

(Sumber : Kementerian ESDM, 2013)

Pengangkutan dan penyimpanan biodiesel

- Pengangkutan biodiesel adalah kegiatan pemindahan biodiesel atau campurannya dari suatu tempat ke lokasi lain termasuk distribusinya. Kegiatan ini mencakup pengangkutan dari lokasi pembuatan, pengolahan atau dari penyimpanan ke lokasi lain untuk tujuan pemanfaatan dan komersial baik di dalam negeri maupun ekspor melalui alat angkut seperti kapal tanker, truk tangki, tangki kereta api dan sejenisnya
- Kegiatan pengangkutan harus menggunakan sarana angkutan darat dan laut yang memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan kerja yang ditetapkan oleh instansi terkait termasuk didalamnya sarana bongkar muat yang digunakann
- Pengangkutan meliputi pengangkutan darat melalui sarana angkutan jalan raya dan kereta rel maupun pengangkutan laut atau sungai. Pengaturan teknis yang terkait dengan kelayakan teknis peralatan atau alat angkut, izin trayek, spesifikasi kendaraan atau alat angkut harus mengikuti ketentuan yang berlaku.

Pemerintah menetapkan 11 perusahaan produsen yang akan memasok kebutuhan unsur nabati (*fatty acid methyl ester/FAME*) PT Pertamina (Persero) dan PT AKR Corporindo guna menjalankan mandatori biodiesel 20 persen (B20).

Tabel 6. 6 Daftar Perusahaan Pemasok *FAME* sebesar 1,87 juta KL

No	perusahaan	Jumlah pasokan
1.	PT Wilmar Nabati Indonesia	547.507 KL
2.	PT Wilmar Bioenergi Indonesia	388.304 KL
3.	PT Musim Mas	338.982 KL
4.	PT Cemerlang Energi Perkasa	140.016 KL
5.	PT Pelita Agung Agriindustri	90.552 KL
6.	PT Darmex Biofuels	130.744 KL
7.	PT Ciliandra Perkasa	73.078 KL
8.	PT Anugerahinti Gemanusa	49.362 KL
9.	PT Primanusa Palma Energi	44.189 KL
10.	PT Bioenergi Pratama Jaya	33.375 KL
11.	PT Energi Baharu Lestari	20.078.

harganya biodiesel telah ditentukan pemerintah melalui harga indeks pasar (HIP). Saat ini HIP *FAME* yakni US$ 125 per ton ditambah ongkos angkut sampai titik serah.Berikut serapan biodiesel untuk tahun 2015 dan 2016

Tabel 6. 7 Serapan Biodiesel

Sektor	2015	2016
Kelistrikan	266.873 KL	1, 26 juta KL
Transportasi	504 ribu KL	2,76 juta KL
Industri	195.873 KL	1,12 juta KL
Total	966.785 KL	5,15 juta KL

Melalui mandatori biodiesel 20 persen ini, penghematan devisa diperkirakan akan mencapai US$ 1,94 miliar dengan asumsi harga produk solar di kisaran US$ 60 per barel. Angka ini naik signifikan dari perkiraan penghematan devisa pada tahun ini yang diprediksi sebesar US$ 360 juta pada harga produk solar US$ 60 per barel.

Untuk izin usaha bahan bakar nabati termasuk biodiesel Regulasi bahan bakar nabati (*biofuel*) diatur dalam Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No : 32 Tahun 2008, tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (BioFuel) Sebagai Bahan Bakar lain, tertanggal 26 September 2008.

Badan Usaha yang melaksanakan Kegiatan Usaha Niaga Bahan Bakar Nabati (*biofue*l) sebagai Bahan Bakar Lain wajib memiliki Izin Usaha Bahan Bakar Nabati (BioFuel) sebagai Bahan Bakar Lain dari Menteri (Bab IV Pasal 13 Permen ESDM no 32 tahun 2008). Untuk mendapatkan Izin Usaha tersebut diperlukan Data Administratif dan Data Teknis.

Data Administratif yang diperlukan adalah :

1. Akta pendirian Badan Usaha dengan lingkup usaha bidang energi dan perubahannya yang telah mendapatkan pengesahan dari instansi yang berwenang.
2. Biodata Badan Usaha (Company Profile)
3. Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP)

4. Surat Tanda Daftar Perusahaan (TDP)
5. Surat Keterangan Domisili Badan Usaha.
6. Surat keterangan tertulis diatas materai mengenai kesanggupan memenuhi ketentuan peraturan perundang undangan yang berlaku.
7. Surat pernyataan tertulis diatas materai mengenai kesediaan dilakukan inspeksi lapangan oleh Direktorat Jenderal.

Data Teknis yang diperlukan :

1. Sumber perolehan bahan baku/bahan Bakar Nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain yang diusahakan.
2. Data standard an mutu (spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (BioFuel) sebagai Bahan Bakar Lain yang akan diniagakan.
3. Nama dan merek dagang bahan Bakar Nabati (BioFuel) sebagai Bahan Bakar lain untuk retail.
4. Informasi kelayakan usaha.
5. Surat pernyataan tertulis diatas materai mengenai kemampuan penyediaan Bahan Bakar Lain (*biofuel*).
6. Surat pernyataan secara tertulis diatas materai mengenai kesanggupan untuk memenuhi aspek keselamatan dan kesehatan kerja serta pengelolaan lingkungan hidup.

Kewenangan Memberikan Izin Usaha Bahan Bakar Nabati (BioFuel) berdasarkan kapasitas penyediaannya (Volume Pembuatan Ton Pertahun) :

1. Kapasitas Pembuatan diatas 10.000 Ton/Tahun Oleh Menteri.
2. Kapasitas Pembuatan antara 5.000 – 10.000 Ton/Tahun Oleh Gubernur.
3. Kapasitas Pembuatan dibawah 5.000 Ton/tahun Oleh Bupati/Walikota.

D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan peserta diklat

Buat kelompok yang beranggotakan 3 orang

1) Diskusikan mengenai kelemahan dan kelebihan metoda pencampuran biodesel dan solar
2) Menelaah roadmap pemerintah mengenai biodiesel

E. Rangkuman

1. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari minyak nabati sehingga ramah lingkungan dan tidak beracun
2. Adapun karakteristik dari biodiesel adalah sebagai berikut :
   - Menurunkan tingkat opasitas asap.
   - Menurunkan emisi gas buang.
   - Memiliki sifat pelumas yang lebih baik dari BBM fosil.
   - Bila dicampurkan dengan BBM diesel dapat meningkatkan biodegradasibility hingga500%.
   - Mirip dengan BBM diesel, sehingga penggunaanya tidak memerlukan modifikasimesin.
3. Aspek yang harus diperhatikan dalam penyimpanan biodiesel!
   - Tangki Penyimpanan
   - Kelebihan udara
   - Kontaminasi air
   - Kontaminasi mikroba
4. Pencampuran biodiesel menggunakan sistem yang dikenal sebagai dengan faktor “B” untuk menyatakan jumlah bilangan pencampuran biodiesel dimana menggunakan campuran
5. Biodiesel campuran atau BXX merupakan bahan bakar yang terdiri dari XX% biodiesel dan (100-XX)% minyak diesel).
6. Pada umumnya biodiesel dicampurkan ke dalam minyak solar melalui beberapa metoda yakni:
   - Splash Blending
   - Inline Blending

- intank Blending

7. Limbah dari pembuatan biodiesel yaitu gliserin dapat dimanfaatkan dalam bidang industri yaitu makanan dan minuman, farmasi, kosmetika, kertas dan percetakan, tekstil dan lain-lain.
8. Pemasaran adalah suatu proses sosial dan manajerial yang di dalamnya individu dan kelompok mendapatkan apa yang mereka butuhkan dan inginkan dengan menciptakan, menawarkan, dan mempertukarkan produk yang bernilai dengan pihak lain.
9. Pasar adalah suatu institusi atau badan yang menjalankan aktivitas jual-beli barang dan jasa.
10. Perencanaan pemasaran (*marketing planning*) adalah suatu bagan dari suatu desain untuk mencapai suatu tujuan.
11. Strategi menjelaskan arah yang akan dituju perusahaan dan menuntun pengalokasian sumber daya dan upaya
12. Taktik (*tactics*) adalah tindakan jangka pendek yang dilakukan untuk menerapkan strategi yang lebih luas
13. Kewenangan Memberikan Izin Usaha Bahan Bakar Nabati (*biofuel*) berdasarkan kapasitas penyediaannya (Volume Pembuatan Ton Pertahun) :
    1) Kapasitas Pembuatan diatas 10.000 Ton/Tahun Oleh Menteri.
    2) Kapasitas Pembuatan antara 5.000 – 10.000 Ton/Tahun Oleh Gubernur.
    3) Kapasitas Pembuatan dibawah 5.000 Ton/tahun Oleh Bupati/Walikota.

F. Tes Formatif

1) Jelaskan apa yang dimaksud biodiesel termasuk kategori bahan bakar *biodegradable*?
2) Jelaskan mengapa peningkatan pembuatan biodiesel bisa menyebabkan kenaikan harga pangan?
3) Sebutkan pengembangan biodiesel yang sesuai dengan kondisi di Indonesia!
4) Jelaskan mengapa biodiesel harus disimpan dengan baik sesuai dengan standar?
5) Sebutkan aspek yang harus diperhatikan dalam penyimpanan biodiesel!

6) Jelaskan arti dari B10, B20 dan B100 !
7) Jelaskan yang dimaksud dengan pencampuran *Inline Blending*?
8) Jelaskan kendala pemanfaatan gliserin yang terbentuk dari pembuatan biodiesel?
9) Sebutkan apa yang dimaksud pemasaran?
10) Sebutkan apa yang dimaksud strategi pemasaran?

G. Kunci Jawaban

1) mampu menjadi rusak, mengurai, atau membusuk, oleh aksi bakteri, jamur, dan mikroorganisme lainnya
2) Karena bahan baku biodiesel yang paling efisien berasal dari pangan. Bila pembuatan biodiesel meningkat, maka kebutuhan bahan akan meningkat sehingga otomatis harga jadi meningakt.
3) .
   - menghasilkan biodiesel yang sesuai dengan sistem peralatan yang akan digunakan di Indonesia
   - Pemanfaatkan sumber daya alam domestik sebanyak mungkin baik dari segi jumlah maupun jenis bahan bakunya
   - Sistem penyediaan bahan baku dan pengolahan yang bersifat menyebar sehingga masing – masing daerah dapat mandiri dalam menyediakan bahan bakar yang dibutuhkannya
   - Memanfaatkan tehnologi pengolahan yang tidak terlampau canggih dan tidak *capital intensive*
   - Mampu menghasilkan lapangan kerja sebanyak mungkin sehingga pengembangan biodiesel berkontribusi secara berarti kepada upaya pembangunan ekonomi sosial.
4) Untuk menjaga kualitas biodiesel dari kontaminasi udara , air dan mikroba
5) .
   - Tangki Penyimpanan
   - Kelebihan udara
   - Kontaminasi air
   - Kontaminasi mikroba
6) B10 artinya pencampuran biodiesel 10 % dengan solar 90 %
   B20 artinya pencampuran biodiesel 20 % dengan solar 80 %
   B10 artinya biodiesel 100%

7) Biodiesel ditambahkan ke aliran pipa diesel oil secara proportional sesuai dengan rasio blending yang dikehendaki. Aksi pencampuran terjadi dalam pipa dan selama bercampur pada saat pengiriman
8) Proses perubahan gliserin menjadi produk ekonomis memerlukan biaya yang tinggi
9) Proses sosial dan manajerial yang di dalamnya individu dan kelompok mendapatkan apa yang mereka butuhkan dan inginkan dengan menciptakan, menawarkan, dan mempertukarkan produk yang bernilai dengan pihak lain
10) Arah yang akan dituju perusahaan dan menuntun pengalokasian sumber daya dan upaya

LEMBAR KERJA 6.1

1) Metoda *In Line Blending*

Keunggulan	Kelemahan

2) Metoda *Splash Blending*

Keunggulan	Kelemahan

3) Metoda *Intank Blending*

Keunggulan	Kelemahan

LEMBAR KERJA 6.2

(1) Silakan ditelaah kebijakan kepemerintah, realisasinya serta kenyataan yang terjadi di daerah Anda

(2) Silakan ditelaah peran industri, realisasinya serta kenyataan yang terjadi di daerah Anda

(3) Silakan ditelaah kebijakan kepemerintah pada peluang pasar, realisasinya serta kenyataan yang terjadi di daerah Anda

(4) Silakan ditelaah peran industri pada peluang pasar, realisasinya serta kenyataan yang terjadi di daerah Anda

Jangka Pendek (2005-2010)	Jangka Pendek (20011-2015)	Jangka Pendek (2016-2025)
Peran Industri		
Jangka Pendek (2005-2010)	**Jangka Menengah (2011-2015)**	**Jangka Panjang (2016-2025)**
Peluang Pasar		
Peran Pemerintah		
Peran Industri		
Jangka Pendek (2005-2010)	**Jangka Menengah (2011-2015)**	**Jangka Panjang (2016-2025)**

BAB III

PENUTUP

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari minyak nabati yang merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui. Biodiesel dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dengan tingkat emisi yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan solar-fosil sehingga lebih ramah lingkungan.

Indonesia kaya akan flora dan fauna, hal ini merupakan sumber daya yang dapat dimanfaatkan dalam ilmu pengetahuan. Dengan beragam tumbuhan yang ada di bumi, dapat dilakukan banyak penelitian terhadap tanaman yang memiliki potensi dalam menghasilkan biodiesel.

Biodiesel yang diperoleh dari pengolahan tanaman, diolah dengan proses sedemikian rupa sehingga diperoleh minyak (biodiesel) dalam jumlah yang banyak. Setiap tanaman memiliki bagian tertentu yang bermanfaat, tanaman-tanaman tersebut dapat dimanfaatkan bijinya dan diolah hingga akhirnya diperoleh biodiesel yang berkualitas dan bermanfaat dalam kehidupan manusia.

Standar biodiesel disusun untuk menjaga kualitas biodiesel yang dipembuatan dan diniagakan sehingga membangun kepercayaan dari konsumen. Selain itu, standar biodiesel menuntun para produsen biodiesel dan peneliti dalam penelitian dan pengembangan biodiesel.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, maka sangat diharapkan ilmu tentang biodiesel akan semakin berkembang untuk menggantikan bahan bakar fosil yang semakin sedikit jumlahnya. Tidak lepas dari semua itu, pemerintah juga harus ikut berperan dalam mengembangkan industri biodiesel.

Demikianlah gambaran sekilas mengenai biodiesel, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Terutama bagi guru-guru SMK agar dapat terus berkarya dengan mengembangkan ilmu pengetahuannya hingga masa yang akan datang.

Uji Kompetensi

1) Prinsip operasi metode ekstraksi apakah yang mempunyai langkah sebagai berikut: bahan rnendapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar, minyak keluar melalui celah diantara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu sedangkan ampasnya keluar dari tempat yang lain.

   a. *Hidrolic press* b. *Screw press*

   c.Pelarutan d. *Deguming*

2) Berikut ini merupakan kelebihan metode pengepresan berulir, kecuali:
   a. Kapasitas pembuatan menjadi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinyu.
   b. Menghemat waktu proses pembuatan karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
   c. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi.
   d. Ampas yang dihasilkan lebih banyak.

3) Komponen reaktor biodiesel apakah yang berfungsi untuk mengembunkan uap hasil proses sehingga dapat menurukan tekanan atmosfir reaktor dibawah tekanan normal (76 cmHg).

   a. Kondensor b. *Heater*

   c. Termokopel d. Agitator

4) Komponen reaktor biodiesel apakah yang berfungsi untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak dapat menyublim, misalnya adalah gas amoniak. Selain itu juga membantu mengeluarkan uap air dan sisa methanol yang tidak bereaksi pada proses pengeringan.

   a. Kondensor b. *Heater*

   c. Pompa vakum d. Agitator

5) Yang bukan merupakan bagaian dari sistem agitasi dalam reaktor adalah?

   a. Kondensor b. *impeller blade*

   c. *mechanical seal* d. *baffel*

6) metanol lebih sering digunakan pada reaksi transesterifikasi dibandingkan etanol, disebabkan karena :

   a. metanol lebih murah harganya b. Etanol lebih beracun

   c. dengan metanol reaksi berlangsung lebih cepat

   d. etanol lebih mudah dipisahkan dengan air saat pecucian biodiesel

7) Untuk mendapatkan perolehan yang maksimal saat proses transesterifikasi, alkohol harus bebas air dan minyak/lemak harus mengandung asam lemak bebas lebih kecil dari 0,5%. Karena

   a. air akan memperlambat proses pembentukan biodiesel

   b. asam lemak dan air akan bereaksi menghasilkan sabun

   c. air akan sulit dipisahkan dengan biodiesel

   d. asam lemak bebas yang tinggi akan menimbulkan kerak pada mesin

8) Pencampuran Biodiesel dengan minyak solar yang dilakukan langsung dengan cara mencemplungkan ke dalam tangki disebut

   a. Splash Blending

   b. Inline Blending

   c. Intank Blending

   d. Vessel Blending

9) Menurut Permen ESDM No 20/2014 pada tahun 2025 kewajiban minimal pemanfaatan Biodiesel (B100) sebagai campuran bahan bakar minyak sebesar...

   a. 5 %

   b. 10%

   c. 20%

   d. 30 %

10) Limbah produksi bioediesel adalah

   a. Molasse

   b. Gliserol

   c. Vinasse

   d. Slugde

11) Salah satu penggunaan gliserol di industri adalah

a. Bahan campuran rokok
b. Bahan campuran minuman
c. Bahan pelembab, pemanis dan pengawet intermediet
d. Bahan pembuat kain

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, A.N. 2006. Biodesel Jarak Pagar. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Alfonsus Agus Raksodewanto. 2010. Studi Stabilitas Biodiesel Berbasis Bahan Baku Minyak Nabati Lokal (Minyak Sawit dan Jarak Pagar) dalam Tahap Penyimpanan dalam Rangka Percepatan Difusi dan Pemanfaatan IPTEK. BPPT. Serpong

Anonim. 2006. Cara Sederhana Budidaya Jarak Pagar (Jatropha Curcas) Sang Primadona

Benchmarking of Biodiesel Fuel Standardization in East Asia Working Group (2010), 'Biodiesel Fuel Standardization Activities' inGoto, S., M. Oguma,and N. Chollacoop, EAS-ERIA Biodiesel Fuel Trade Handbook: 2010, Jakarta: ERIA, pp.16-26.

Berry, S. K. 1979. Cyclopropenoid Fatty Acids in Some Malaysian Edible Seeds and Nuts. Journal of Food Science and Technology. 17. pp. 224-227.

Dave R. Willy Umboh dan Linda Dwinanda. 2013. Pemasaran Dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati. Direktorat PSMK.

Departemen Kehutanan (Dephut), 2008. Tanaman Nyamplung sebagai Sumber Energi Bofuel. Www. Indonesia.go.id [Diakses tanggal Maret 2009].

Dewan Energi Nasional Republik Indonesia . 2014. Outlook Energi Indonesia.

Dibyo Pranowo. 2013. Rekayasa Alat Pengolah dan Standar Mutu Biodiesel. BALITRI kerjasama dengan PPPPTK BMTI.

Duffy, P. 1852. On The Constitution of Stearine. Journal of the Chemical Society. 5. 303.

Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. S., 1999, Kimia Organik. Erlangga. Jakarta.

FBI. 2005. Standar Tentatif Biodiesel Indonesia. Makalah seminar : Forum Biodiesel Indonesia : 02 Maret 2005.

Haryati, Tuti. 2006. Biogas : Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. WARTAZOA 16 (3) : 160 -169.

Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia III. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta.

Hudaya, Tedi., T. H. Soerawidjaja, dan Liana. 2011. Studi Hidrogenasi Minyak Biji Kapok dengan Katalis Pd/C untuk Bahan Baku Biodiesel. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat : Fakultas Teknologi Industri - Universitas Katolik Parahyangan.

Kiswanto, Jamhari Hadi Purwanta,Bambang Wijayanto. 2008. Teknologi Budi daya KELAPA SAWIT. Balai Besar Pengkajian Dan PengembanganTeknologi PertanianBadan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian.

Kementerian ESDM. 2013. Informasi Teknis Biodiesel. Dirjen EBTKE.

Kementerian ESDM. Alfonsus Agus Raksodewanto. 2010. Studi Stabilitas Biodiesel Berbasis Bahan Baku Minyak.

Knothe G, Sharp CA, Ryan TW. Exhaust emissions of biodiesel, petrodiesel,neat methyl esters, and alkanes in a new technology engine. Energy Fuels 2006;20:403–8.

Mahfuds, 2008. Potensi Pengembangan Nyamplung. "Potensi dan Peluang Nyamplung sebagai Bahan Baku Biodiesel di Indonesia". Balai Besar Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Jogjakarta. http://fudz1.multiply.com/journal/item/4 [Diakses tanggal 30 Maret 2009].

Martawijaya,A.,I.Kartasujana, K.Kadir dan S.A. Prawira. 2005. Atlas Kayu Indonesia. Jilid I. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan. Bogor.

Mittelbach, M., dan Remschmidt, C. (2004) : Biodiesel : The Comprehensive Handbook. Graz: Martin Mittelbach.

Muhamad Maulana dan Miftahul Azis. 2012. Kinerja Dan Prospek Pengembangan Bahan Bakar Nabati Di Indonesia . Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian

R. Agung Wijono. 2010. Rancangan Strategi. Tinjauan Literatur, FT UI

Rostiwati, T., Yetti, H., Yamin M. 2007. Upaya Penanaman Nyamplung (Callophyllum spp) sebagai Pohon Potensial Penghasil HHBK. Mitra Hutan Tanaman. Vol. 2 No. 2, Oktober.Pp. 34-41.

Sahirman. 2009. Perancangan Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji nyamplung. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

S. D. Romano and P. A. Sorichetti, 2011, Dielectric Spectroscopy in Biodiesel Production and Characterization, Green Energy and Technology, DOI: 10.1007/978-1-84996-519-4_2, London :Springer-Verlag London

Duffy, P., (1852) : On The Constitution of Stearine. Journal of the Chemical Society, 5, 303.

Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. S., (1999) : Kimia Organik. Erlangga. Jakarta.

Freedman, B., Butterfield, R.O., dan Pryde, E.H., (1986) : Transesterification Kinetics of Soybean Oil, Journal of the American Oil Chemists' Society, 1375-1380.

Lang, X., Dalai, A. K., Bakhshi, N. N., Reaney, M. J., dan Hertz, P. B., (2001) : Preparation and Characterization of Biodiesels From Various Bio-Oils, Bioresource Technology volume 80 , 53-62.

Linda Dwinanda & Reni Nuraeni. 2013. Budidaya Tanaman Penghasil Bahan Baku Biodiesel. PPPPTK BMTI Cimahi.

Mittelbach, M., dan Remschmidt, C., (2004) : Biodiesel : The Comprehensive Handbook, Graz: Martin Mittelbach.

Moser, B. R., (2009) : Biodiesel Production, Properties, and Feedstocks, In Vitro Cell. Dev. Biol. , 229-266.

Niamul Huda. 2013. Modul rekayasa peralatan pembuatan biodiesel. PPPPTK BMTI.

SNI-04-7182-2006 : Standar Nasional Indonesia untuk Biodiesel

Soerawidjaja, T. (2009). Biodiesel : Teknologi Pembuatan, Standar Mutu Produk, Bahan Mentah, dan Perspektif ke Depan. Bandung: Materi Kuliah Workshop Biodiesel.

Soerawidjaja, T. (2011). Biodiesel Generasi 1. Bandung: Modul Kuliah TK 5038 Teknologi Kemurgi.

Strategi Pemanfaatan Bisnis Biodiesel dalam Prospect Bisnis. http://heropurba.blogspot.co.id/2011/07/strategi-pemanfaatan-bisnis-biodiesel.html

Suara Merdeka, 2008. Nyamplung BBN yang Potensial.

Sudrajat,R., Sahiman, D.Setiawan., 2007. Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 25 No. 1, Februari, pp. 41-56.

Sumutcyber.com, 2008. Biji Nyamplung jadi Biofuel.

Suprapto, H., 2008. Biji Nyamplung Bisa Jadi Energi Alternatif. www.economy.okezone.com. [Diakses tanggal 19 Maret 2009].

Tirto Prakoso. 2013. Modul Pelatihan Biodiesel. Bandung: Jurusan Teknik Kimia ITB.

Yoel Pasal, dkk. (2008). Pencucian Biodiesel dengan Metode Kontak Gelembung. Diunduh dari http://idci.dikti.go.id/pdf/JURNAL/JTKI/JTKI 2008 1 APRIL/JKTI 7 (1) 738-742 PENCUCIAN BIODIESEL DENGAN METODE.pdf. Diakses tanggal 6 Pebruari 2014.

Yudistira, P. H., 2008. Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung (Callophylum inophyllum) dengan Proses Transesterifikasi. Undergraduate Theses, Chemical Engineering RSK 662.88 Han. P. 2007. ITS Library. http://bp4kkabsukabumi.net/index.php?option=com_content&task=view&id=335&Itemid=37 25 Februari 08.30

GLOSARIUM

Aklimatisasi: suatu upaya penyesuaian fisiologis atau adaptasi dari suatu organisme

Esterifikasi : reaksi pembentukan ester dari asam karboksilat dengan alkohol terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukinya.

Fuel rich zone : bagian mesin yang dipenuhi oleh bahan bakar

Germinasi : perkecambahan

Mulsa : bahan seperti jerami (serbuk gergaji, dedaunan, dan sebagainya) yang disebarkan pada permukaan tanah untuk melindungi akar tanaman dari pengaruh air hujan (pemadatan tanah dan sebagainya).

Nursery : pesemaian bibit

Opasitas : Keadaan tidak tembus cahaya

Rekalsitran : benih yang sangat peka terhadap pengeringan dan akan mengalami kemunduran pada kadar air dan suhu yang rendah.

Sistem agitasi: sistem pengadukan dalam reaktor

Springkel irrigation : Irigasi curah, sistem penyiraman seperti air hujan.

Transesterifikasi : reaksi antara trigliserida dan alkohol menghasilkan gliserol bebas dan ester alkil asam lemak.

Thinning out : pembuangan bibit

LAMPIRAN

JABARAN KOMPETENSI GURU PAKET KEAHLIAN

Guru Paket Keahlian Teknik Energi Biomassa

Kompetensi Inti Guru 20. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu		
No	**Kompetensi Guru Paket Keahlian**	**Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)**
20.1	Membangun gambar konstruksi geometris berdasarkan bentuk konstruksi sesuai fungsi dan prosedur penggunaan peralatan gambar, garis gambar dan simbol kelengkapan informasi gambar.	20.1.1 Menyeleksi peralatan serta kelengkapan gambar teknik untuk media gambar teknik sesuai fungsi dan cara penggunaan. 20.1.2 Mengevaluasi jenis garis gambar teknik berdasarkan bentuk dan fungsi garis 20.1.3 Menilai huruf dan angka gambar sesuai prosedur dan aturan kelengkapan informasi gambar teknik. 20.1.4 Memprediksi gambar konstruksi garis, sudut, lingkaran dan gambar bidang berdasarkan bentuk kontruksi geometris sesuai prosedur. 20.1.5 Mengkombinasikan peralatan serta kelengkapan gambar teknik untuk media gambar teknik sesuai fungsi dan cara penggunaan. 20.1.6 Menyajikan jenis garis gambar teknik berdasarkan bentuk dan fungsi garis 20.1.7 Mengkonstruksi huruf dan angka gambar sesuai prosedur dan aturan kelengkapan informasi gambar teknik. 20.1.8 Memodifikasi gambar konstruksi garis, sudut, lingkaran dan gambar bidang berdasarkan bentuk kontruksi geometris sesuai prosedur

20.2	Menyajikan gambar benda secara gambar sketsa dan gambar rapi, berdasarkan aturan proyeksi piktorial (3D), proyeksi *orthogonal* (2D) dan gambar potongan.	20.2.1 Menyeleksi persyaratan penyajian gambar proyeksi berdasarkan aturan gambar proyeksi piktorial (3D). 20.2.2 Menyeleksi persyaratan penyajian gambar proyeksi sudut pertama dan sudut ketiga berdasarkan aturan gambar proyeksi orthogonal (2D) 20.2.3 Melengkapi gambar hasil potongan sesuai konsep dan prosedur gambar potongan. 20.2.4 Menyajikan gambar proyeksi secara sketsa dan menggunakan alat berdasarkan aturan gambar proyeksi piktorial (3D). 20.2.5 Menyajikan gambar proyeksi sudut pertama dan sudut ketiga secara sketsa dan menggunakan alat berdasarkan aturan gambar proyeksi orthogonal (2D) 20.2.6 Menentukan gambar hasil potongan sesuai konsep dan prosedur gambar potongan
20.3	Mengelola komponen ukuran, pada gambar teknik berdasarkan sistem pemberian ukuran sesuai posisi, referensi dan kebutuhan ukuran langkah pengerjaan benda.	20.3.1 Melengkapi garis, batas, angka dan simbol ukuran, sesuai aturan tanda ukuran dan peletakan ukuran gambar teknik. 20.3.2 Merancang sistem pemberian ukuran gambar berdasarkan posisi, referensi dan kebutuhan ukuran langkah pengerjaan benda. 20.3.3 Mendesain garis, batas, angka dan simbol ukuran, sesuai aturan tanda ukuran dan peletakan ukuran gambar teknik. 20.3.4 Mengelola sistem pemberian ukuran gambar berdasarkan posisi, referensi dan kebutuhan ukuran langkah pengerjaan benda.
20.4	Mengelola informasi digital	20.4.1 Mengolah data dan informasi digital melalui pemanfaatan perangkat lunak pengolah kata, aplikasi lembar sebar, dan aplikasi presentasi 20.4.2 Menggunakan komunikasi *online* secara sinkron dan asinkron

		20.4.3	Membuat kelas pembelajaran melalui kelas maya.
20.5	Membuat visualisasi konsep dalam bentuk simulasi, video presentasi dan buku digital	20.5.1.	Merancang visualisasi konsep sesuai dengan ide dan gagasan
		20.5.2.	Membuat visualisasi konsep ke dalam bentuk presentasi video
		20.5.3.	Membuat visualisasi konsep ke dalam bentuk simulasi visual
		20.5.4.	Membuat buku digital yang berisi teks, gambar, audio, video dan simulasi
20.6	Menganalisis konversi energi air, surya, angin dan biomassa kedalam bentuk energi listrik/mekanik/ panas.	20.6.1	Menyelidiki konversi energi air dan angin menjadi energi mekanik dan listrik.
		20.6.2	Menyelidiki energi surya menjadi energi panas dan listrik.
		20.6.3	Menyelidiki energi biomassa menjadi energi panas dan listrik.
20.7	Menerapkan prinsip-prinsip konservasi energi pada bangunan gedung.	20.7.1	Menerapkan prinsip-prinsip konservasi energi pada desain bangunan gedung.
		20.7.2	Menerapkan prinsip-prinsip konservasi energi pada bangunan gedung.
20.8	Menganalisis dasar-dasar Pemesinan.	20.8.1	Menganalisis cara kerja mesin bubut dan peralatan pembantu sesuai SOP.
		20.8.2	Menganalisis cara kerja mesin *frais* dan peralatan pembantu sesuai SOP.
20.9	Menerapkan praktek pemesinan sesuai SOP.	20.9.1	Mengoperasikan mesin bubut sesuai SOP.
		20.9.2	Mengoperasikan mesin frais sesuai SOP.
		20.9.3	Menyajikan hasil praktek pemesinan perkakas dasar.
		20.9.4	Menyajikan hasil praktek pemesinan konstruksi dasar.

20.10	Menganalisis dasar-dasar survei dan konstruksi bangunan.	20.10.1	Menganalisis fungsi, spesifikasi dan cara kerja total station sesuai SOP.
		20.10.2	Menganalisis konstruksi beton bangunan.
20.11	Melaksanakan kegiatan survei dan konstruksi bangunan sesuai SOP.	20.11.1	Mengoperasikan total station untuk pekerjaan pemetaan.
		20.11.2	Merencanakan konstruksi beton bangunan.
		20.11.3	Menyajikan hasil praktek survey dan pemetaan dasar.
		20.11.4	Menyajikan hasil praktek dasar konstruksi batu beton dan pemipaan.
20.12	Menganalisis dasar-dasar kelistrikan dan elektronika.	20.12.1	Menganalisis jenis dan prinsip kerja generator.
		20.12.2	Menganalisis sistem kontrol dan komponen elektronika.
20.13	Membuat rangkaian kelistrikan dan elektronika sesuai SOP.	20.13.1	Merangkai jaringan kelistrikan, generator dan beban.
		20.13.2	Membuat rangkaian kontrol kelistrikan.
		20.13.3	Menyajikan hasil praktek dasar kelistrikan untuk kontrol pembangkit listrik.
		20.13.4	Menyajikan hasil praktek dasar elektronika untuk instrumen kontrol pembangkit listrik.
20.14	Mengevaluasi karakteristik ekonomi, lingkungan, sosial dan budaya di dalam pengembangan energi terbarukan.	20.14.1.	Mengevaluasi aspek aspek ekonomi dan lingkungan di dalam perencanaan pembangunan energi terbarukan.
		20.14.2.	Mengevaluasi aspek aspek social dan budaya di dalam perencanaan pembangunan energi terbarukan.
20.15	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognigitif tentang studi kelayaan biogas dalam skala lab, rumah tangga dan komunal.	20.15.1	Menganalisis potensi bahan baku biogas dalam skala lab, rumah tangga dan komunal.
		20.15.2	Menganalisis pemanfaatan biogas dan slurry biogas dalam skala lab, rumah tangga dan komunal.

20.16	Menalar konsep dan pengujian karakteristik studi kelayakan biogas yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif di bawah pengawasan langsung.	20.16.1 20.16.2	Menentukan potensi bahan baku biogas dalam skala lab, rumah tangga dan komunal. Menentukan pemanfaatan biogas dan slurry biogas dalam skala lab, rumah tangga dan komunal.
20.17	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognigitif tentang teknologi biogas dalam skala lab, rumah tangga dan komunal secara interdispliner dan multidispliner untuk kepentingan masyarakat dan negara.	20.17.1 20.17.2	Menganalisis proses pembuatan biogas skala lab, rumah tangga dan komunal secara interdispliner dan multidispliner untuk kepentingan masyarakat dan negara. Menganalisis bahan baku dan jenis mikroorganisme gas metan.
20.18	Menalar proses dan hasil pengoperasian dan pemeliharaan reaktor biogas skala rumah tangga dan komunal untuk macam-macam bahan baku yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.18.1 20.18.2 20.18.3	Menentukan kontruksi dan bahan reaktor biogas skala rumah tangga dan komunal untuk macam-macam bahan baku. Mendesain SOP pengoperasian dan pemeliharaan reaktor biogas skala rumah tangga dan komunal untuk macam-macam bahan baku. Merancang alat penyaring gas metan yang menghasilkan gas metan murni sebagai bahan bakar mesin/*engine*.
20.19	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif *slurry* (hasil sampingan biogas) sebagai pupuk organik berkualitas tinggi.	20.19.1 20.19.2 20.19.3	Menganalisis proses pemanfaatan *slurry* sebagai pupuk padat dan cair. Menganalisis pengemasan dan pemasaran *slurry* sebagai pupuk padat dan cair. Membuat pupuk cairk berkualitas tinggi.
20.20	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif tentang PLTU dari limbah padat biomassa.	20.20.1	Menganalisis proses PLTU berbasis macam-macam limbah padat berdasarkan kinerja PLTU.

		20.20.2	Menganalisis pengujian bahan baku dan hasil proses PLTU berbasis macam-macam limbah padat berdasarkan kinerja PLTU.
20.21	Menalar PLTU berbasis macam-macam limbah padat biomassa yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.21.1	Menentukan peralatan/komponen PLTU berbasis macam-macam limbah padat berdasarkan kinerja PLTU.
		20.21.2	Mendesain SOP pengoperasian dan pemeliharaan PLTU berbasis macam-macam limbah padat berdasarkan kinerja PLTU.
20.22	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berkenaan PLT Biogas berbasis POME.	20.22.1	Menganalisis proses PLT Biogas berbasis POME.
		20.22.2	Menganalisis pengujian bahan baku dan hasil proses PLT Biogas.
20.23	Menalar PLT Biogas berbasis POME yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.23.1	Menentukan peralatan/komponen PLT Biogas berbasis POME berdasarkan kinerja PLT Biogas.
		20.23.2	Mendesain SOP pengoperasian dan pemeliharaan PLT Biogas berbasis POME.
20.24	Menalar PLT Biomassa yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.24.1	Menganalisis proses PLT Biomassa skala mikro.
		20.24.2	Menentukan peralatan/komponen PLT Biomassa berdasarkan kinerja PLT Biomassa.
20.25	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif pembuatan bioetanol skala mikro dan kecil.	20.25.1	Menganalisis proses pembuatan bioethanol skala mikro dan kecil.
		20.25.2	Menganalisis pengujian hasil bioetanol.
		20.25.3	Menganalisis pemanfaatan bioetanol dan limbah produksi.
20.26	Menalar proses bioetanol skala lab dan usaha mikro dan kecil yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.26.1	Menentukan jenis dan besaran bahan baku bioetanol.
		20.26.2	Mengelola proses pembuatan bioethanol skala mikro dan kecil.
		20.26.3	Menentukan hasil pengujian bahan dan hasil bioetanol.

20.27	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif dalam perakitan, pemeliharaan dan perbaikan instalasi pembuatan bioetanol skala mikro dan kecil.	20.27.1	Menganalisis peralatan proses pembuatan bioetanol skala mikro dan kecil.
		20.27.2	Menganalisis peralatan uji bahan dan hasil bioetanol.
20.28	Menalar instalasi pembuatan bioetanol skala mikro dan kecil yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.28.1	Membuat alat proses bioethanol skala UKM.
		20.28.2	Mendesain SOP pengoperasian peralatan proses pembuatan bioethanol skala mikro dan kecil.
		20.28.3	Mendesain SOP pemeliharaan peralatan uji bahan dan hasil biodiesel.
20.29	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif pembuatan biodiesel skala mikro dan kecil.	20.29.1	Menganalisis peralatan proses pembuatan biodiesel skala mikro dan kecil.
		20.29.2	Menganalisis peralatan uji bahan dan hasil biodiesel.
20.30	Menalar proses pembuatan biodisel skala lab dan usaha mikro dan kecil yang dilakukan secara mandiri, efektif dan kreatif sesuai K3 dan di bawah pengawasan langsung.	20.30.1	Menentukan peralatan proses pembuatan biodiesel skala mikro dan kecil.
		20.30.2	Menentukan peralatan uji bahan dan hasil biodiesel.
		20.30.3	Menguji hasil proses bioethanol berdasarkan standar bioethanol bahan bakar mesin.
20.31	Menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif dalam proses pembuatan minyak mentah (*crued oil*) dalam skala lab dan UKM.	20.31.1	Menganalisis peralatan proses pembuatan minyak mentah (*crued oil*) skala lab dan UKM.
		20.31.2	Menganalisis peralatan uji bahan dan hasil minyak mentah (*crued oil*).